



UNIVERSITAS INDONESIA

PERANCANGAN KONTROL SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH
BERBASIS ELEKTRO MEKANIS

SKRIPSI

IKHTIARI SURYADHARMA
0606042645

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
DESEMBER 2008



UNIVERSITAS INDONESIA

PERANCANGAN KONTROL SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH
BERBASIS ELEKTRO MEKANIS

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

IKHTIARI SURYADHARMA
0606042645

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
DESEMBER 2008

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Ikhtiari Suryadharna

NPM : 0606042645

Tanda tangan :

Tanggal : 1 Desember 2008

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ikhtiari Suryadharna
NPM : 0606042645
Program studi : Teknik Elektro
Judul skripsi : Perancangan kontrol sistem distribusi air bersih berbasis elektro mekanis

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Budi Sudiarto S.T. M.T ()

Penguji : Ir. Amien Rahardjo M.T ()

Penguji : Ir. Rudy Setiabudy Msc. Ph.D ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 22 Desember 2008

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Laporan ini dibuat sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia serta sebagai tambahan informasi bagi pembaca yang ingin mengetahui tentang kontrol elektro mekanis dan perancangan sistem distribusi air bersih.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangat sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Budi Sudiarto M.T selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. Bapak Martino dan Bapak Eko selaku manajer teknik dan wakil manajer teknik Hotel Novotel Bogor yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat memahami sistem kerja distribusi air bersih di Hotel Novotel Bogor;
3. Orang tua serta keluarga saya yang telah memberikan bantuan baik berupa moral serta material; dan
4. Rekan – rekan satu angkatan yang banyak memberikan informasi serta dukungan semangat dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Sebagai manusia penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam laporan tugas akhir ini untuk itu penulis dengan senang hati menerima kritik serta saran yang bersifat objektif dan membangun guna hasil yang lebih baik di masa yang akan datang.

Akhirnya penulis berharap agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 15 November 2008

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivits akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ikhtiari Suryadharma
NPM : 0606042645
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Perancangan Kontrol Sistem Distribusi Air Bersih Berbasis Elektro Mekanis Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia / format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 1 Desember 2008

Yang menyatakan

Ikhtiari Suryadharma

ABSTRAK

Nama : Ikhtiari Suryadharma
Program studi : Teknik elektro
Judul : Perancangan kontrol sistem distribusi air bersih berbasis elektro mekanis

Laporan tugas akhir ini membahas bagaimana cara membuat suatu sistem distribusi air bersih dengan kontrol elektro mekanis. Hal ini sangat penting karena air bersih merupakan suatu kebutuhan dasar yang menunjang seluruh aktifitas manusia yang saat ini sudah sangat sulit untuk ditemukan dikota – kota besar. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem yang bisa mengatur distribusi air bersih sehingga pemanfaatannya bisa dilakukan secara efisien. Dengan sistem distribusi air bersih ini diharapkan bisa menjaga kestabilan alam (siklus air) dan bisa menekan biaya untuk penggunaan air bersih

Kata kunci :
Perancangan, elektro mekanis, distribusi air bersih

ABSTRACT

Name : Ikhtiari Suryadharma
Study programe : Electro Technic
Title : Clean water distribution planning control system with electro mechanic

This final job report is studying about how to planning a clean water distribution system with electro mechanic control. This is very important because clean water is a primary requirement that support all human activity that very difficult to find in big cities at this time. Therefore it is need system that can arrange clean water distribution so that we can use it efficiently. We hope with this clean water distribution system we can take care with nature stability (water cycle) and can save our money for clean water consumption.

Key word :
Planning, electro mechanic, clean water distribution

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang masalah	1
1.2 Permasalahan	1
1.3 Batasan masalah	2
1.4 Tujuan penulisan	2
1.5 Metodologi penulisan	2
1.6 Sistematika penulisan	3
2. TEORI DASAR PERANCANGAN KONTROL ELEKTRO MEKANIS	4
2.1 Pengertian kontrol elektro mekanis	4
2.2 Konsep dasar perancangan kontrol elektro mekanis	5
2.2.1 Deskripsi kerja	5
2.2.2 Penentuan input dan output rangkaian	6
2.2.3 Pembuatan dan penggambaran rangkaian kontrol	17
2.2.4 Pemilihan peralatan kontrol dan pengaman	18
2.2.5 Perangkaian kontrol	22
2.2.6 Pengetesan	23
2.2.7 Penginstalan kontrol dengan beban	23
3. PERANCANGAN KONTROL SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH BERBASIS ELEKTRO MEKANIS	26
3.1 Sistem kontrol distribusi air bersih lama	26
3.2 Sistem kontrol distribusi air bersih baru	28
3.2.1 Deskripsi kerja	28
3.3 Peralatan input, proses, output dan beban	42
3.3.1 Peralatan input	42
3.3.2 Peralatan proses	43
3.3.3 Peralatan output dan beban	43
3.4 Perancangan dan penggambaran kontrol deskripsi kerja	44
3.4 .1 Deskripsi kerja manual	44
3.4 .2 Deskripsi kerja otomatis pengisian dengan pompa	45
3.4 .3 Deskripsi kerja otomatis pengisian dengan PAM	46
3.4 .4 Deskripsi kerja otomatis pengeluaran	47
3.4 .5 Deskripsi gangguan	48
4. ANALISIS DATA HASIL PERCOBAAN	50
4.1 Deskripsi kerja manual	50
4.2 Deskripsi kerja otomatis	52
4.3 Deskripsi kerja gangguan	58

5. KESIMPULAN

64

LAMPIRAN

Daftar acuan

65

Gambar kontrol elektro mekanis

Gambar simbol peralatan

Layout distribusi air bersih baru

Layout distribusi air bersih lama



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang masalah

Air bersih merupakan suatu hal yang sangat penting dalam dunia industri baik itu industri barang ataupun industri jasa. Dalam industri barang air bisa digunakan sebagai bahan baku seperti pada industri air mineral, minuman ringan, industri produk kecantikan dan masih banyak lagi industri yang membutuhkan air sebagai bahan baku dari produknya selain itu air juga dimanfaatkan untuk keperluan karyawan seperti untuk minum, mandi, keperluan di kamar mandi, dan untuk berwudhu sebelum sholat. Dalam industri jasa seperti perhotelan, restoran ataupun tempat rekreasi, air menjadi sangat penting karena menyangkut pelayanan terhadap tamu bila dalam industri jasa kenyamanan tamu diabaikan akan berakibat fatal bagi industri yang dijalankannya.

Karena air bersih merupakan hal yang sangat penting dan sebuah hal yang sulit ditemukan di kota besar serta mahal dalam sebuah industri maka pemanfaatannya harus dilakukan secara optimal. Untuk itulah diperlukan sebuah kontrol yang mengatur distribusi air bersih. Dengan diciptakannya kontrol air bersih ini maka kita akan lebih bisa mengontrol penggunaan air sehingga biaya untuk penggunaan air akan lebih bisa di hemat.

1.2 Permasalahan

Dalam menciptakan sebuah sistem kerja yang diinginkan (distribusi air bersih) akan banyak sekali permasalahan yang akan timbul diantaranya adalah :

1. Membuat deskripsi kerja yang efisien
2. Mengubah deskripsi kerja kedalam bahasa kontrol.
3. Menentukan peralatan kontrol dan pengaman yang akan digunakan.
4. Menganalisa rancangan kontrol bila ternyata hasil kerja tidak sesuai dengan deskripsi kerja yang ada.

1.3 Batasan Masalah

Karena begitu banyak permasalahan yang timbul dalam membuat perancangan kontrol distribusi air bersih maka penulis akan membatasi pembahasannya. Dalam kesempatan kali ini penulis hanya akan membahas bagaimana cara membuat perancangan kontrol distribusi air bersih berbasis elektro mekanis mulai dari menerjemahkan deskripsi kerja kedalam bahasa kontrol hingga menciptakan sebuah rangkaian kontrol yang handal. Sedangkan hal – hal yang tidak akan dibahas diantaranya menentukan spesifikasi peralatan kontrol dan pengaman yang digunakan secara detail, penginstalasian, manajemen biaya, waktu pengerjaan serta jumlah orang yang mengerjakan.

1.4 Tujuan penulisan

Tulisan ini memberikan informasi tentang perancangan kontrol distribusi air bersih berbasis elektro mekanis sehingga bisa dimanfaatkan sebagai acuan atau perbandingan dalam membuat atau memodifikasi suatu sistem distribusi air bersih.

1.5 Metodologi penulisan

Untuk menciptakan karya tulis ini penulis menggunakan beberapa cara untuk memnciptakan suatu tulisan yang baik diantaranya :

1. Studi kepustakaan

Penulis mencari buku dan literatur yang berkaitan dengan perancangan kontrol elektro mekanis.

2. Survey dan analisis lapangan

Penulis melakukan survey (tinjauan) lapangan di hotel Novotel Bogor dan menganalisis sistem distribusi air bersih disana.

1.6 Sistematika penulisan

Laporan tugas akhir ini berisi tentang perancangan kontrol sistem distribusi air bersih berbasis elektro mekanis. Pada bab pertama menceritakan latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan penulisan serta metodologi penulisan dari laporan tugas akhir ini. Bab kedua membahas teori dasar perancangan kontrol elektro mekanis. Pada bab ketiga membahas perancangan kontrol sistem distribusi air bersih berbasis elektro mekanis, di bab ini juga diceritakan bagaimana sistem lama bekerja dan perubahan yang dilakukan pada sistem baru. Di bab keempat terdapat data – data hasil percobaan beserta analisisnya. Kesimpulan dari laporan tugas akhir terdapat pada bab terakhir (kelima).

BAB II

TEORI DASAR PERANCANGAN KONTROL ELEKTRO MEKANIS

2.1 Pengertian kontrol elektro mekanis

Sistem kontrol elektro mekanis adalah suatu sistem kontrol yang menggunakan sinyal – sinyal listrik untuk mengaktifkan peralatan kontrol kemudian diproses oleh peralatan kontrol menjadi gerakan mekanis yang akan menggerakkan kontak.

Prinsip kerja dari peralatan kontrol elektro mekanis adalah adanya kondisi *on* dan *off* atau 1 dan 0 yang terjadi secara sendiri – sendiri, serentak, bergantian, berurutan dan lain sebagainya. Dengan menyusun kontak – kontak yang dihasilkan oleh peralatan kontrol akan membentuk suatu sistem yang bisa disesuaikan dengan keinginan kita. Bila kondisi kerja sistem kontrolnya berlaku dengan urutan tertentu maka sistem kontrolnya disebut kontrol sekuensial (*sequencial control*).

Untuk mengubah deskripsi kerja kedalam bentuk rangkaian kontrol kita harus mengubahnya terlebih dahulu kedalam bahasa logika yang bisa berupa tabel logika , diagram alir atau blok fungsi. Karena logika berpikir kita mengikuti urutan gerak kontak maka kondisi tersebut disebut logika kontak. Setelah diubah kedalam bahasa logika baru kita terapkan menjadi bahasa kontrol.

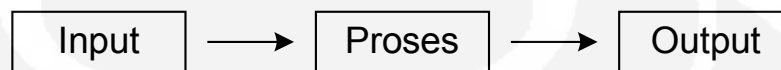
Kesulitan dari logika kontak adalah logika kontak tidak memiliki struktur yang jelas untuk dapat dijelaskan secara matematis. Untuk dapat membuat suatu kontrol elektro mekanis yang handal kita harus memiliki logika kontak yang kuat yang bisa dihasilkan karena banyak melakukan latihan perancangan kontrol. Bila kita telah terbiasa dengan perancangan kontrol mekanis maka kita dapat mengatasi masalah – masalah yang mungkin akan timbul dalam proses perancangan seperti :

- Macam - macam bentuk konfigurasi kontak
- Interaksi antara peralatan masukan, proses dan keluaran
- Pemilihan dan penggunaan peralatan masukan, proses dan keluaran
- Pola perakitan, pengoperasian dan instalasi sistem kontrol yang memenuhi prinsip dasar instalasi listrik.

2.2 Konsep dasar perancangan kontrol elektro mekanis

Perancangan kontrol adalah bagaimana membuat suatu rangkaian kontrol yang menghubungkan antara masukan (*input*) kontrol dengan keluaran (*output*) kontrol sehingga didapatkan suatu proses kerja yang sesuai dengan keinginan.

Secara umum bagian dari sistem kontrol itu sendiri terdiri dari masukan, proses dan keluaran.



Gambar 2.1 bagian - bagian kontrol

Pada proses perancangan harus diperhatikan hal – hal dasar yang melandasi perancangan kontrol itu sendiri sehingga dihasilkan suatu kontrol yang handal, efisien dan komunikatif (bisa dimengerti oleh orang lain).

Adapun konsep – konsep dasar dalam perancangan kontrol elektro mekanis adalah sebagai berikut :

1. Deskripsi kerja
2. Penentuan *input* dan *output* rangkaian
3. Pembuatan dan penggambaran rangkaian kontrol
4. Pemilihan peralatan kontrol dan pengaman
5. Perangkaian kontrol
6. Pengetesan
7. Peningstalan kontrol dengan beban

2.2.1 Deskripsi kerja

Deskripsi kerja adalah suatu urutan proses kerja yang sesuai dengan keinginan atau kebutuhan yang akan dijadikan acuan dalam membuat suatu sistem kontrol.

2.2.2 Penentuan *input* dan *output* rangkaian

2.2.2.1 Penentuan *input* rangkaian

Input kontrol adalah suatu sinyal masukan atau perintah yang dihasilkan oleh peralatan input untuk diproses menjadi suatu sistem kerja yang diinginkan. Sinyal itu biasanya dihasilkan karena adanya gerakan mekanis, aliran, tekanan, cahaya, induksi magnetik, temperatur dan lain- lain. Yang termasuk peralatan input diantaranya tombol tekan, macam – macam saklar (saklar pilih (*selector switch*), saklar darurat (*emergency switch*), saklar impuls, *limit switch*), macam – macam sensor dan *detector* (*flow switch*, foto elektrik, *pressure switch*), komputer dan konsol (*console*).

1. *Floatless level switch / Water level controller (WLC)*

Floatless level switch / water level controller (WLC) adalah sebuah alat kontrol yang digunakan untuk mengetahui ketinggian air, hal ini sangat dibutuhkan untuk menjaga persediaan air agar selalu sesuai dengan kebutuhan.

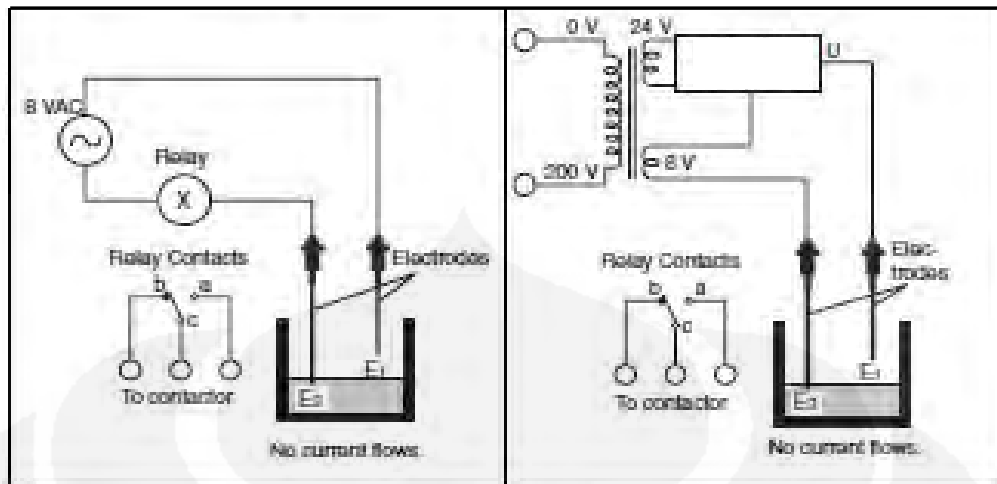
Secara garis besar prinsip kerja dari WLC adalah pengaturan ketinggian air dimana ketinggian air dideteksi oleh batang – batang elektroda yang kemudian hasil deteksi akan diteruskan ke sebuah kontrol (rele) untuk mengaktifkan kontak.

WLC dapat dibagi menjadi dua buah jenis berdasarkan jumlah elektroda yang digunakan.

a. Metode dua kutub

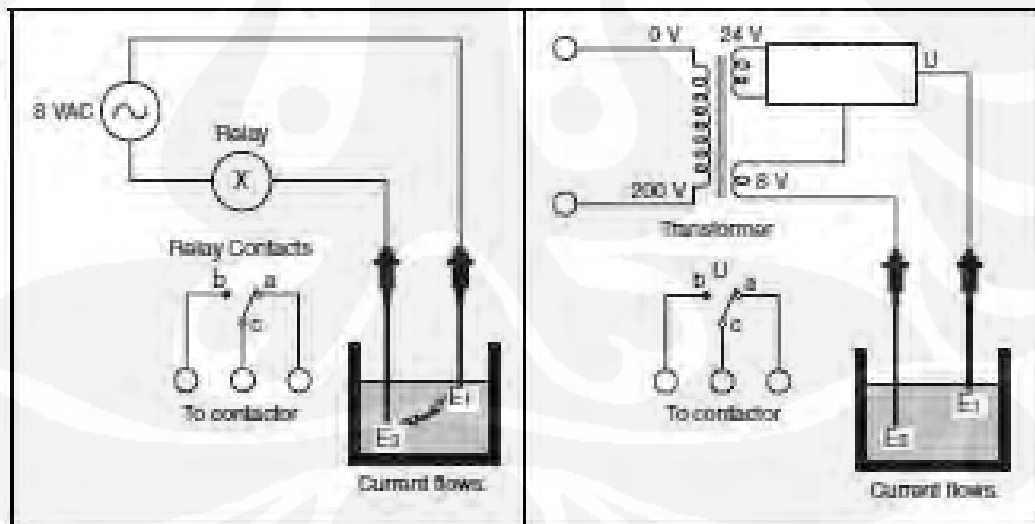
Untuk WLC dengan metode dua kutub kontrol ketinggian air hanya dikontrol melalui dua buah elektroda yaitu elektroda satu (E1) dan elektroda dua (E2).

Lihat gambar dibawah ini. Pada gambar tersebut terlihat bahwa E1 dan E2 tidak terhubung oleh air sehingga tidak ada aliran listrik yang menggerakkan rele x (rele masih tetap pada posisi b), untuk kondisi ini WLC dengan metode dua kutub berada pada kondisi *off*.



Gambar 2.2 Operasi kerja WLC metode dua kutub kondisi *off*

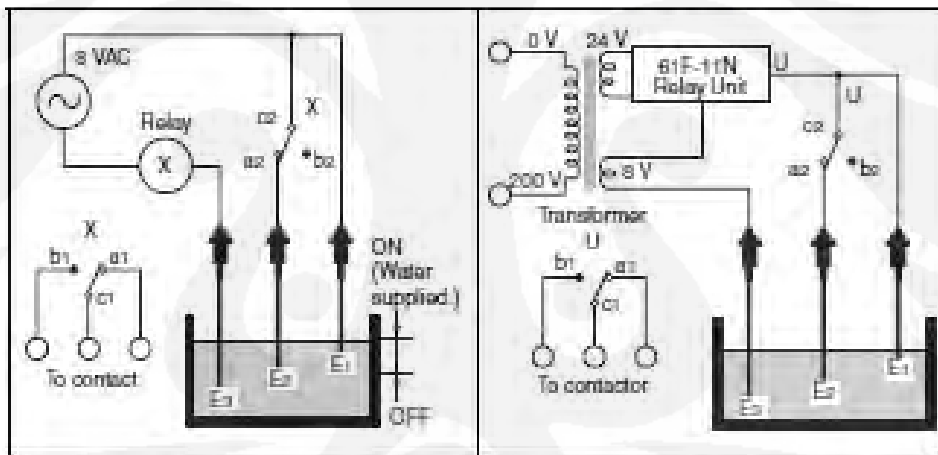
Sekarang perhatikan gambar dbawah ini. Pada gambar tersebut terlihat bahwa E1 dan E2 terhubung oleh air sehingga aliran listrik akan menggerakkan rele x (rele berubah posisi dari posisi b keposisi a), untuk kondisi ini WLC dengan metode dua kutub berada pada kondisi *on*.



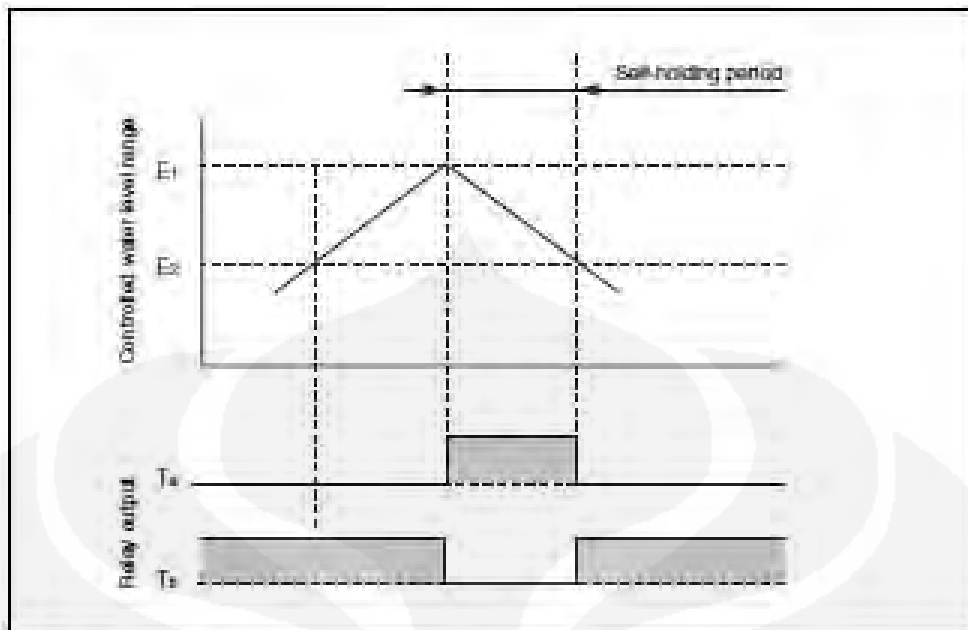
Gambar 2.3 Operasi kerja WLC metode dua kutub kondisi *on*

b. Methode tiga kutub

Pada WLC dengan metode tiga kutub kontrol ketinggian air di kontrol oleh tiga buah elektroda E1, E2 dan E3. Pada dasarnya sama dengan metode dua kutub hanya saja pada metode tiga kutub di tambahkan sebuah elektroda (dalam hal ini E2) yang berfungsi sebagai *self holding*. *Self holding* adalah sebuah kondisi dimana kontak WLC akan tetap *on* walau pun ketinggian air dibawah E1 dan kontak akan terputus jika ketinggian air dibawah E2, hal ini disebabkan karena antara E1 dan E2 di hubungkan dengan internal rele. Kondisi *on* untuk WLC jenis ini adalah ketika E2 dan E3 masih terhubung (mengalirkan arus listrik melalui air) dan akan *off* ketika E2 dan E3 sudah tidak lagi terhubung dengan air. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini dan juga *time chart* untuk WLC dengan metode tiga kutub.

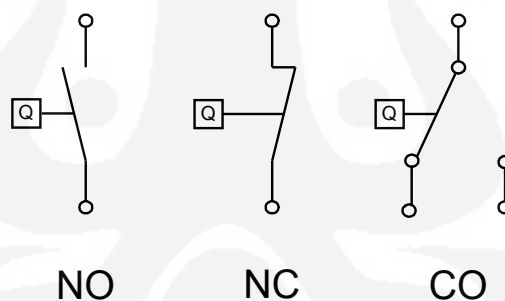


Gambar 2.4 Operasi kerja WLC metode tiga kutub



Gambar 2.5 time chart Operasi kerja WLC metode tiga kutub

Seperti halnya alat kontrol yang lain pada WLC pun terdapat beberapa jenis kontak yang dapat digunakan untuk melakukan kontrol. Diantaranya adalah NO (*Normally open*), NC (*Normally closed*) dan CO (*Change over*).



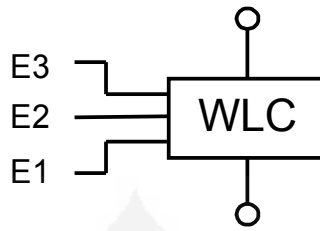
NO

NC

CO

Gambar 2.6 simbol kontak pada WLC

NO adalah sebuah kondisi dimana kontak akan *on* bila dialiri arus dan akan *off* bila arus yang mengalir terputus. NC adalah sebuah kondisi dimana kontak akan *off* bila dialiri arus dan akan *on* bila arus yang mengalir terputus. Sedangkan CO adalah kombinasi dari kedua kontak diatas dan penggunaan kontak *on* dan *off*nya dapat dilakukan secara bersamaan.

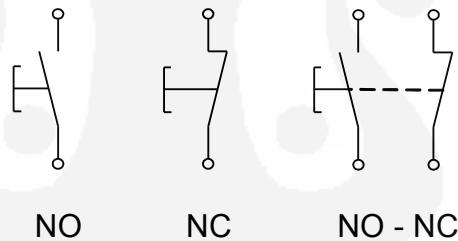


Gambar 2.7 simbol WLC

2. Tombol tekan *momentary* (*push button*)

Tombol tekan *momentary* adalah peralatan kontrol (tombol tekan) yang hanya dapat bekerja ketika di tekan. Macam – macam tombol tekan *momentary* adalah :

- Tombol tekan *normally open* (NO) adalah tombol tekan yang pada keadaan normal memiliki kontak terbuka (*open*) atau dalam kondisi *off*.
- Tombol tekan *normally close* (NC) adalah tombol tekan yang pada keadaan normal memiliki kontak tertutup (*close*) atau dalam kondisi *on*.
- Gabungan antara *normally open* dan *normally close* adalah tombol tekan yang pada keadaan normal memiliki kontak terbuka dan tertutup



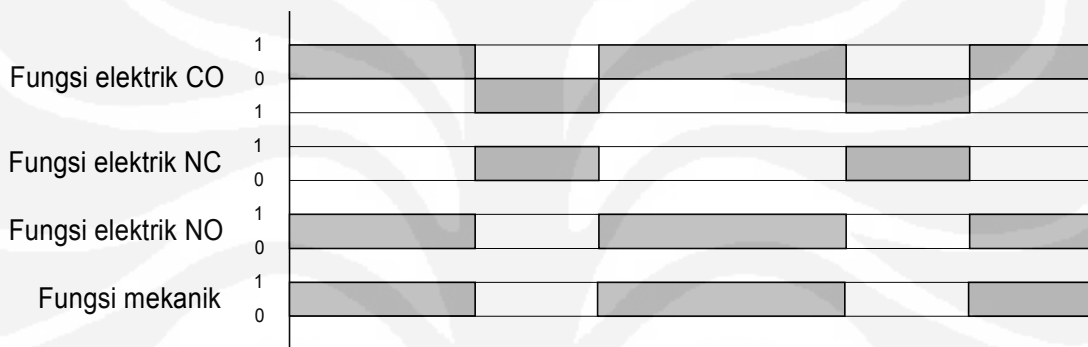
Gambar 2.8 simbol tombol tekan *momentary*

Pada pengoperasiannya tombol ini memiliki dua fungsi logika yaitu logika mekanik dan logika elektrik. Logika mekanik adalah logika yang berkaitan dengan fungsi mekanik sedangkan logika elektrik adalah logika yang berkaitan dengan fungsi elektrik.

Tabel 2.1 logika mekanik dan elektrik pada tombol tekan NO dan NC

Tombol tekan NO		Tombol tekan NC	
Fungsi mekanik	Fungsi elektrik	Fungsi mekanik	Fungsi elektrik
0	0	0	1
1	1	1	0

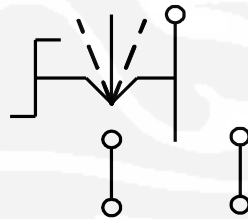
Untuk memudahkan pada pengoperasian biasanya tombol tekan *momentary* juga dilengkapi dengan kode warna yang menunjukkan fungsi dari tombol tekan, warna hijau menunjukkan fungsi mulai (*start*) sedangkan warna merah menunjukkan fungsi selesai (*stop*).



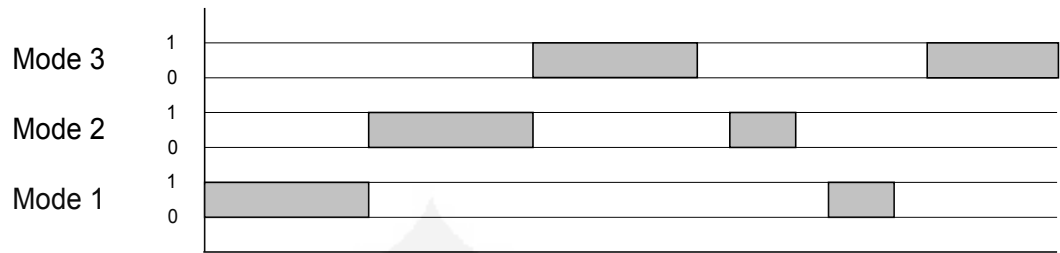
Gambar 2.9 *time chart* tombol tekan momentary

3. Saklar pilih (*selector switch*)

Saklar pilih (*selector switch*) adalah peralatan kontrol yang digunakan untuk lebih dari satu sistem kerja.



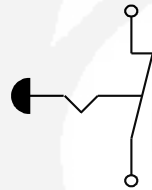
Gambar 2.10 simbol *selector switch*



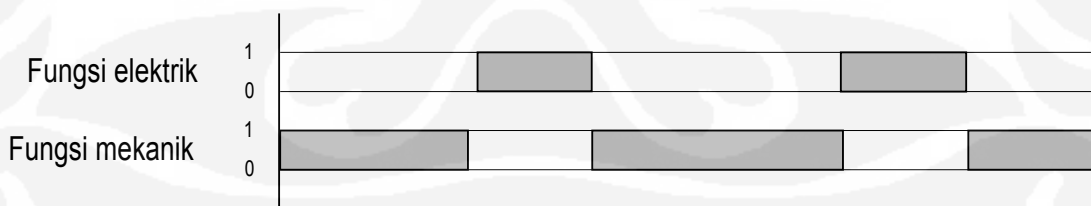
Gambar 2.11 *time chart selector switch*

4. Saklar darurat (*emergency switch*)

Emergency switch adalah sebuah alat kontrol yang digunakan untuk mematikan suatu sistem atau kontrol pada keadaan darurat. Hal ini dilakukan untuk melindungi sistem dari hal yang lebih fatal. Pada dasarnya cara kerja saklar darurat sama dengan tombol tekan NC hanya saja pada saklar darurat terdapat penguncian sehingga kontak hanya akan kembali semula bila di tekan untuk kedua kalinya.



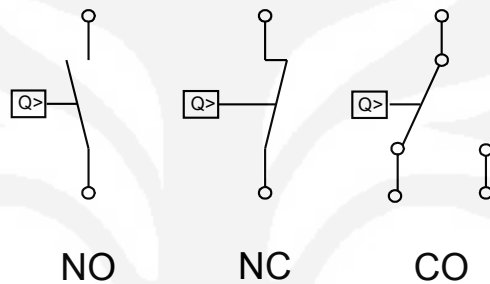
Gambar 2.12 simbol *emergency switch*



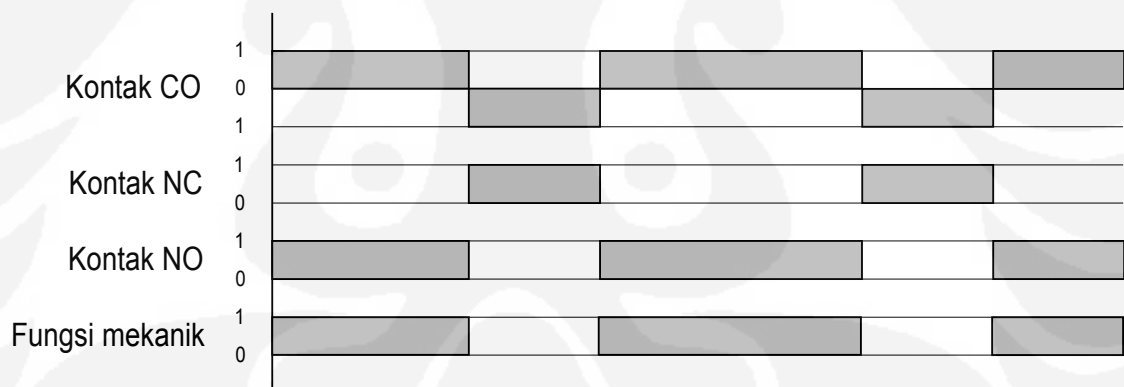
Gambar 2.13 *time chart emergency switch*

5. Flow switch (Saklar alir)

Saklar alir adalah sebuah alat kontrol yang bekerja bila ia mendeteksi suatu aliran (cair maupun gas). Saklar alir biasanya digunakan untuk distribusi air baik itu air bersih, dingin , panas maupun air kotor selain itu saklar alir juga digunakan untuk sistem ventilasi udara. Pada umumnya alat ini memiliki pendeteksi aliran hanya dari satu arah dan memiliki kontak NO dan NC atau hanya kontak CO.



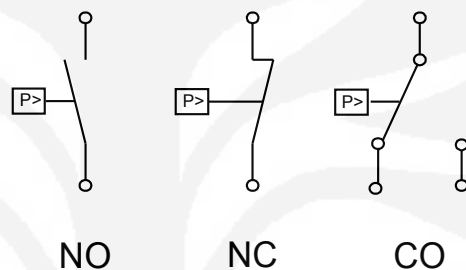
Gambar 2.14 simbol kontak *flow switch*



Gambar 2.15 *time chart timer flow switch*

6. *Pressure switch*

Pressure switch adalah sebuah alat kontrol yang bekerja bila ia mendeteksi suatu tekanan (cair maupun gas). *Pressure switch* biasanya digunakan mesin pemampat udara (kompressor) sedangkan untuk mendeteksi takanan cairan biasanya *pressure switch* dilengkapi dengan pressure tank. Besarnya tekanan yang ingin digunakan untuk menggerakkan kontak bisa disesuaikan. Pada umumnya alat ini memiliki kontak NO dan NC atau hanya kontak CO.



Gambar 2.16 simbol kontak *pressure switch*

2.2.2.2 Penentuan *output* rangkaian

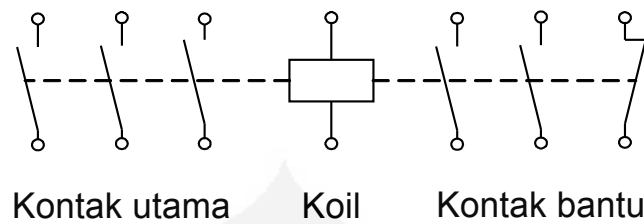
Output kontrol adalah hasil dari pemrosesan *input* yang diaplikasikan pada peralatan *output* (beban), sehingga peralatan *output* dapat bekerja sesuai dengan deskripsi kerja yang telah ditentukan. Peralatan *output* dapat dibedakan menjadi :

2.2.2.2.1 Peralatan *output* kontrol

Peralatan *output* kontrol adalah peralatan *output* yang masih menjadi bagian dari rangkaian kontrol. Biasanya alat ini menjadi penghubung antara peralatan proses dan beban. Contohnya adalah kontaktor.

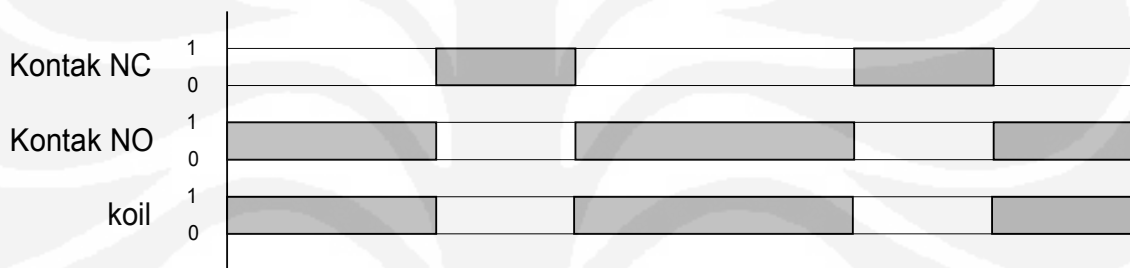
1. Kontaktor

Kontaktor adalah peralatan kontrol yang terdiri dari koil, kontak utama dan kontak bantu. Kontak utama pada kontaktor berjumlah tiga buah dan biasanya NO, sedangkan kontak bantu yang dimiliki sangat bervariasi dan jenisnya pun bisa berupa kontak NO, NC atau kombinasi antara keduanya.



Gambar 2.17 simbol koil dan kontak kontaktor

Cara kerja kontaktor adalah ketika koil kontaktor mendapat tegangan maka kontak utama dan kontak bantu akan bekerja dan ketika tegangan ke koil terputus maka kontak pun akan kembali keposisi awal.



Gambar 2.18 time chart kontaktor

2.2.2.2 Peralatan *output* beban

Peralatan *output* beban atau biasa disebut beban adalah peralatan yang menjadi objek terakhir dari suatu sistem kontrol yang bekerja karena *switching* peralatan proses dan peralatan *output* kontrol. Yang termasuk peralatan *output* adalah lampu, motor, *motorized valve* dan lain - lain.

1. Lampu tanda

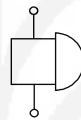
Lampu tanda (*indicator lamp*) adalah lampu yang berfungsi sebagai penanda operasi kerja suatu sistem seperti *on* atau *off*, otomatis atau manual dan lain sebagainya. Selain itu lampu tanda juga biasa digunakan untuk mengetahui jenis tegangan yang sedang aktif (R, S, T). Lampu tanda juga memiliki banyak pilihan warna dan biasanya ini menjadi standar tersendiri seperti merah menyatakan kondisi *off*, hijau menyatakan kondisi *on* sedangkan kuning menyatakan kondisi gangguan.



Gambar 2.19 simbol lampu tanda

2. Bel listrik

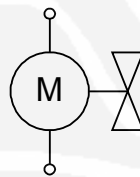
Bel listrik adalah sebuah alat yang digunakan untuk memperingatkan terjadinya suatu kejadian dengan bunyi yang berdering. Alat ini biasa digunakan untuk memperingati terjadinya kebakaran, gempa, waktu istirahat, keadaan darurat, keadaan gangguan dan lain sebagainya.



Gambar 2.20 simbol bel listrik

3. *Motorized valve*

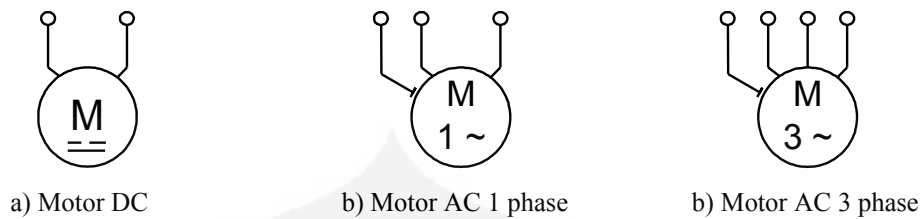
Motorized valve adalah sebuah katup (*valve*) yang proses membuka dan menutupnya menggunakan motor. Ada beberapa jenis *motorized valve* yang bisa disesuaikan dengan kegunaannya. Contoh penggunaan *motorized valve* adalah untuk distribusi air bersih, gas, *hydrant*, pendingin dan lain – lain.



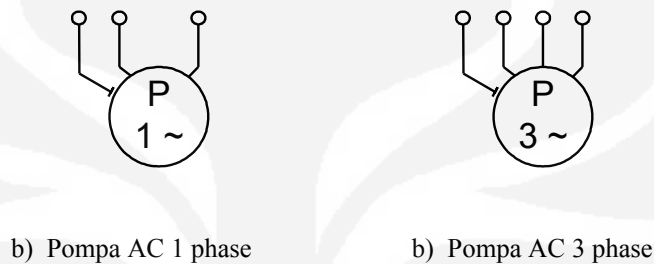
Gambar 2.21 *motorized valve*

4. Motor dan pompa listrik

Motor listrik adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Pada pompa energi gerak ini digunakan untuk menghisap sebuah muatan (air atau gas) untuk kemudian didistribusikan ke tempat yang lain.



Gambar 2.22 Macam – macam motor listrik



Gambar 2.23 Macam – macam pompa listrik

2.2.3 Pembuatan dan penggambaran rangkaian kontrol

Sebelum membuat atau menggambar rangkaian kontrol ada beberapa hal yang harus diperhatikan agar informasi yang kita berikan mudah untuk dipahami oleh orang lain serta memudahkan kita untuk menganalisa bila terjadi permasalahan di kemudian hari. Adapun hal – hal yang harus diperhatikan adalah :

a. Spesifikasi peralatan

Dalam membuat rangkaian kontrol kita harus mengetahui peralatan kontrol yang kita gunakan dengan jelas baik itu bentuk, ukuran, cara kerja dan lain sebagainya sehingga kita mengetahui fungsi dari peralatan tersebut dan dimana akan ditempatkan.

b. Simbol peralatan

Setiap peralatan memiliki simbol tersendiri dan pemberian simbol yang digunakan sebaiknya sesuai dengan standar yang berlaku agar setiap orang yang melihat akan mengerti dengan apa yang kita maksud.

c. Notasi peralatan

Notasi yang dimaksud adalah penamaan dari peralatan kontrol untuk mengetahui nama dan fungsi dari peralatan tersebut. Contoh :

- Kontak utama pada kontaktor dinotasikan dengan M
- Kontak bantu pada kontaktor di notasikan dengan A

Pemberian notasi juga bermanfaat untuk mengetahui jenis dari peralatan kontrol seperti :

- Saklar dinotasikan dengan S
- Pengaman dinotasikan dengan F
- Koil kontaktor dinotasikan dengan K

Bila hal – hal tersebut diatas telah dipahami maka proses penggambaran kontrol bisa dilaksanakan. Pada hakikatnya penggambaran rangkaian kontrol adalah penuangan deskripsi kerja kedalam gambar kontrol. Tujuan penggambaran kontrol adalah :

- a. Memberikan informasi bagi yang memerlukan (dokumentasi)
- b. Mempermudah dalam menganalisa rangkaian dan perawatan
- c. Acuan dalam penginstalasian

2.2.4 Pemilihan peralatan kontrol dan pengaman

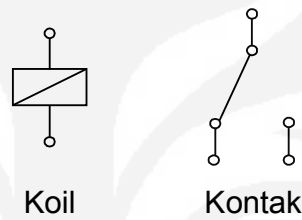
Pada umumnya panel kontrol terdiri dari rangkaian daya dan rangkaian kontrol. Rangkaian daya umumnya dipasang seri dengan beban dengan tujuan untuk melindungi beban dari bahaya listrik (*electrical trouble*) seperti hubungan pendek (*short circuit*), *over load*, short body dan lain – lain. Hal terpenting yang harus diperhatikan dalam memilih peralatan pengaman adalah kapasitas dari pengaman itu sendiri. Contoh peralatan pengaman adalah Main Circuit Breaker (MCB), fuse, Thermal over load relay (TOR), Phase failure relay dan lain – lain.

Selain peralatan pengaman pada panel juga terdapat peralatan kontrol atau peralatan proses, alat ini lah yang menghubungkan peralatan *input* dengan peralatan *output* yang mengubah sinyal masukan menjadi sinyal keluaran. Contoh dari peralatan kontrol adalah *timer*, rele (*relay*), *counter* dan lain – lain. Dalam memilih peralatan kontrol hal – hal yang harus diperhatikan adalah :

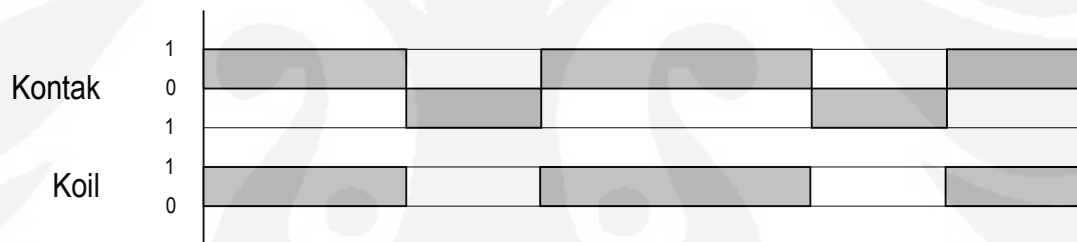
- a. Fungsi peralatan
- b. Spesifikasi peralatan
- c. Harga dan ketersediaan dipasar

1. Rele (*relay*)

Rele adalah peralatan kontrol (proses) yang mempunyai kontak *change over* (CO). Jumlah kontak yang dimiliki setiap rele sangat bervariasi tergantung dari tipe rele itu sendiri.



Gambar 2.24 simbol rele

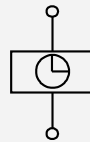


Gambar 2.25 *time chart* rele

Cara kerja rele adalah ketika koil diberi tegangan maka kontak akan bekerja, kita dapat memilih kontak keluaran pada rele sesuai dengan kebutuhan (karena rele mempunyai kontak on dan off bersamaan baik ketika koil mendapat tegangan ataupun tidak) dan ketika tegangan ke koil terputus maka kontak pun akan kembali keposisi awal.

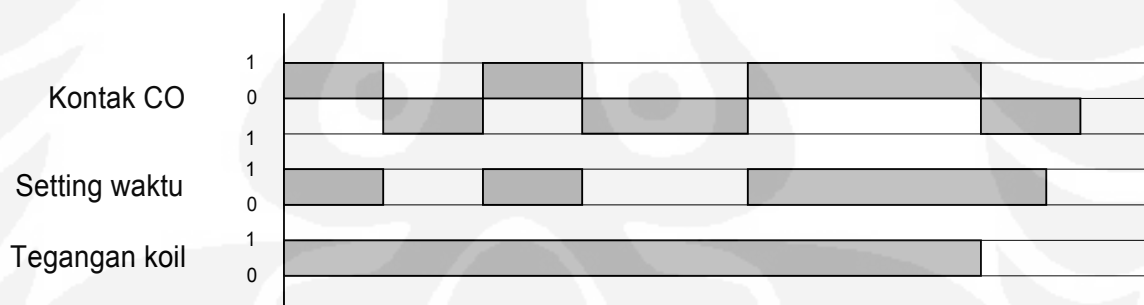
2. *Timer (time clock switch)*

Timer adalah suatu alat kontrol yang bekerja berdasarkan waktu yang telah di tentukan. *Timer* terdiri dari koil, penentu waktu (*setting time*), dan kontak CO. *Timer* ada yang dilengkapi dengan cadangan daya sendiri artinya ketika tegangan koil terputus penentu waktu masih dapat berjalan untuk waktu tertentu.

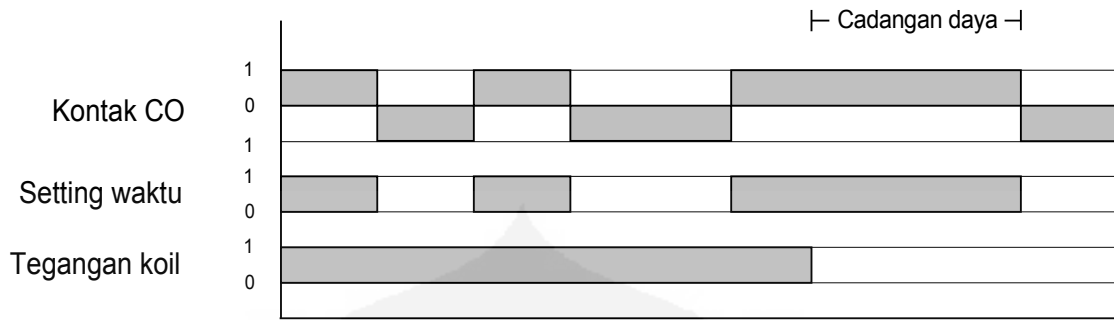


Gambar simbol 2.26 *timer (time clock switch)*

Cara kerja *timer* adalah ketika koil diberi tegangan maka *timer* akan mulai bekerja, Kontak CO akan bekerja sesuai pengesetan waktu *on* dan *off*nya. Ketika tegangan ke koil terputus maka kontak CO akan kembali ke posisi semula dan *timer* akan mati (*timer* tanpa cadangan daya). Bila *timer* memiliki cadangan daya maka ia akan bertahan selama waktu tertentu (sesuai kapasitas cadangan dayanya).



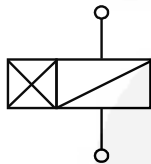
Gambar 2.27 *time chart timer* tanpa cadangan daya



Gambar 2.28 time chart timer dengan cadangan daya

3. *Timer on dan off delay*

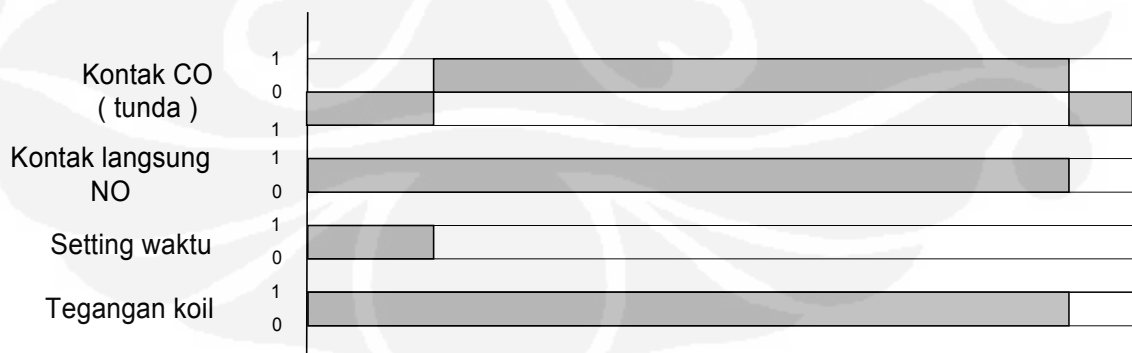
Timer on delay adalah suatu alat kontrol yang bekerja untuk menunda waktu *on* berdasarkan *setting* waktu yang telah di tentukan. *Timer* jenis ini terdiri dari koil, kontak langsung dan kontak delay. Cara kerja *timer* adalah ketika koil diberi tegangan maka kontak langsung akan mulai bekerja sedangkan kontak delay akan mulai bekerja ketika *setting* waktu telah tercapai. Ketika tegangan ke koil terputus maka *timer*, kontak langsung maupun kontak tunda (*delay*) akan berhenti bekerja.



Gambar 2.29 simbol *timer on delay*

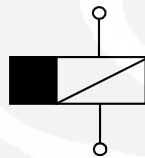


Gambar 2.30 simbol kontak NO *timer on delay*



Gambar 2.31 time chart timer on delay

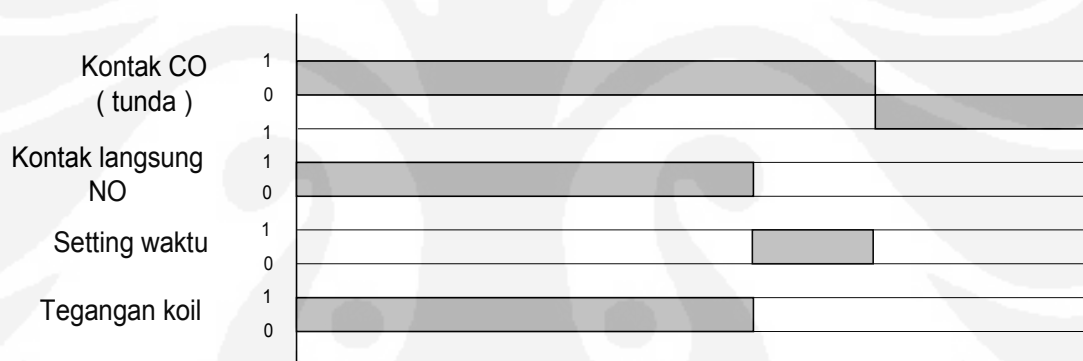
Timer off delay adalah suatu alat kontrol yang bekerja untuk menunda waktu *off* berdasarkan *setting* waktu yang telah ditentukan. *Timer* jenis ini terdiri dari koil, kontak langsung dan kontak delay. Cara kerja *timer* adalah ketika koil diberi tegangan maka kontak langsung akan mulai bekerja. Ketika tegangan ke koil terputus maka kontak langsung akan berhenti bekerja sedangkan kontak tunda (*delay*) akan berhenti bekerja ketika *setting* waktu telah tercapai.



Gambar 2.32 simbol *timer off delay*



Gambar 2.33 simbol kontak NO *timer off delay*



Gambar 2.34 *time chart timer off delay*

2.2.5 Perangkaian kontrol

Dalam merangkai kontrol elektro mekanis diperlukan ketelitian pada saat melihat terminal pada peralatan kontrol, ini disebabkan karena notasi pada peralatan kontrol sangat kecil dan dalam perangkaian biasanya hanya diberikan satu celah yang sangat kecil dan sempit.

2.2.6 Pengetesan

Untuk mengetes rangkaian kontrol yang kita buat kita dapat menggunakan simulator (bukan beban yang sesungguhnya), hal ini dimaksudkan untuk mengurangi resiko kesalahan pada peralatan beban karena salah perancangan kontrol maupun penginstalasiannya.

2.2.7 Penginstalan kontrol dengan beban

Pada proses penginstalasian listrik baik itu dengan beban atau pun tidak ada beberapa prinsip yang perlu untuk diperhatikan yaitu :

a. Keamanan (*safety*)

Keamanan merupakan dasar instalasi listrik yang paling utama dan terpenting dibanding prinsip dasar listrik yang lain. Prinsip keamanan ini ditujukan untuk melindungi beberapa faktor diantaranya :

- Keamanan terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya.
- Keamanan terhadap peralatan
- Keamanan terhadap lingkungan

b. Keandalan (*reability*)

Yang meliputi keandalan disini meliputi :

- Keandalan deskripsi kerja, dalam hal ini deskripsi kerja harus jelas, ringkas dan tepat guna.
- Keandalan operasi kerja kontrol yaitu perancang harus membuat kontrol sesuai dengan deskripsi kerja.
- Keandalan instalasi, sebagai contoh penyambungan pada terminal harus kokoh, baut – baut harus dikencangkan dengan benar, penggunaan isolasi yang sesuai dan lain – lain.

c. Kemudahan (*acesbility*)

Kemudahan disini maksudnya adalah kemudahan dalam pengoperasian, pemasangan dan pemeliharaan. Hal ini akan tercapai bila tata letak peralatan *input*, proses dan *output* dilakukan dengan rapi dan sesuai.

d. Ketersediaan (*avallibility*)

Dalam melakukan perencanaan instalasi sebaiknya kita memperhatikan segi ketersediaan atau cadangan, hali ini akan bermanfaat bila suatu hari nanti akan terjadi proses perluasan atau perubahan dari sistem kontrol yang di buat pada saat ini. Adapun hal – hal yang perlu diperhatikan ketersediannya pada proses perencanaan diantaranya adalah :

➤ Ketersediaan daya

Ketersedian atau cadangan daya merupakan faktor utama bila kita hendak melaksanakan perubahan atau perluasan pada sistem kontrol yang dibuat pada saat ini dimasa yang akan datang. Perencanaan ini harus dimulai dari pemasangan penghantar yang digunakan (kabel), alat pengaman, maupun sumber daya yang digunakan (pemilihan trafo daya maupun genset yang digunakan).

➤ Ketersediaan peralatan (bahan)

Ketersediaan peralatan sangat diperlukan bila kita akan melakukan perubahan pada sistem kontrol dimasa yang akan datang baik itu untuk perluasan maupun hanya perbaikan. Dalam hal ini perancang harus dapat memikirkan ketersediaan peralatan yang digunakan di masa yang akan datang. Untuk menghindari hal ini biasanya perancang menggunakan peralatan yang umum dipakai (standar) dan dibuat oleh produsen yang telah mapan.

➤ Ketersediaan tempat

Ketersediaan tempat diperlukan bila terjadi perluasan sistem kontrol dimasa yang akan datang, hal ini tentu saja memerlukan tempat tambahan untuk meletakkan peralatan yang baru.

e. Pengaruh terhadap lingkungan (*impact of enveronment*)

Dalam merancang sebuah kontrol perancang harus mempertimbangkan pengaruh lingkungan terhadap alat yang digunakan seperti kelembaban, suhu, debu, intensitas cahaya, air dan lain sebagainya serta mempertimbangkan pula pengaruh alat yang digunakan terhadap lingkungan seperti bunyi, panas, asap dan lain sebagainya sehingga antara lingkungan dan alat yang digunakan tidak saling mengganggu dan mencemari.

f. Ekonomis (*economic*)

Segi ekonomis juga salah satu prinsip instalasi listrik yang tak kalah penting apalagi untuk suatu sistem dengan skala besar sehingga suatu kontrol dapat tercipta dengan biaya yang murah tetapi tidak mengurangi kualitas dan keandalannya. Adapun cara yang dapat dilakukan untuk meminimalisasikan biaya adalah dengan melakukan *survey* alat dipasaran, hal ini ditujukan untuk membandingkan suatu jenis alat dari berbagai produsen sehingga kita mendapatkan alat yang sesuai baik harga maupun kualitasnya. Selain melakukan *survey* dipasaran kita juga bisa meminimalisasikan biaya dengan mengoptimalkan peralatan yang digunakan. Contoh pada kontaktor dan rele kita bisa memaksimalkan penggunaan kontak – kontaknya.

g. Keindahan (*esthetic*)

Keindahan merupakan faktor terakhir dari prinsip dasar instalasi listrik, keindahan diperlukan agar instalasi yang kita buat terkesan rapi dan enak dipandang,

BAB III PERANCANGAN KONTROL SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH BERBASIS ELEKTRO MEKANIS

3.1 Sistem kontrol distribusi air bersih lama

Sebelum membuat perancangan kontrol distribusi air bersih perancang melakukan kerja praktek di hotel Novotel Bogor untuk menganalisa sistem distribusi air bersih disana yang akan dijadikan dasar perancangan pada kesempatan kali ini. Gambar *lay out* distribusi air bersihnya dapat dilihat pada lampiran (*lay out* distribusi air bersih lama).

Adapun deskripsi kerjanya adalah :

1. Kondisi manual

Setiap peralatan output beban (pompa dan *motorized valve*) memiliki tombol *on* dan *off*.

2. Kodisi otomatis

➤ Proses pengisian

- a. Proses pengisian hanya dilakukan oleh sebuah pompa *incoming* dan *motorized valve* PAM.
- b. *Motorized valve* PAM akan bekerja jika kondisi pompa *incoming* rusak.
- c. Ketinggian air pada ground tank di kontrol oleh sebuah radar yang membagi ketinggian air menjadi tingkat rendah dan tingkat tinggi.

Adapun kelemahan dari sistem ini adalah :

- a) Pompa yang digunakan untuk memompakan air hanya satu. Bila digunakan secara terus menerus pompa akan cepat panas dan ini akan mengurangi umur hidup dari pompa.
- b) Bila pompa *incoming* rusak yang menggantikan adalah *motorized valve* PAM. Ini berarti sumber air berasal dari PAM sedangkan harga air dari PAM lebih mahal dari pada deep well. Hal ini akan menambah biaya untuk penggunaan air.
- c) Pada pipa distribusi tidak dilengkapi dengan *flow switch* sehingga sangat sulit untuk memonitor air yang ada didalam pipa.

- d) Pembagian ketinggian air pada bak penampung hanya dua tingkat ketinggian (rendah dan tinggi). Bila jarak kedua tingkat ini berdekatan maka proses pengisian akan terlalu sering terjadi tetapi bila jaraknya terlalu jauh maka proses pengisiannya akan lama sekali.
- e) Pada *deep well* (sumur dalam) tidak dilengkapi dengan pengontrol ketinggian air, hal ini sangat berbahaya karena pompa akan terus *on* meskipun kondisi air pada sumur kosong.

➤ Proses Pengeluaran

- a. Proses pengeluaran air dilakukan oleh tiga buah pompa *outgoing*.
- b. Proses kerja pompa diatur oleh dua buah *pressure switch*.

Besarnya tekanan air ditetapkan sebagai berikut :

1. Tekanan rendah 1 bar
2. Tekanan menengah 3 bar
3. Tekanan tinggi 5 bar

Pressure switch 1 (PS 1) akan bekerja jika tekanan air 1 bar dan akan mati jika tekanan air 3 bar.

Pressure switch 2 (PS 2) akan bekerja jika tekanan air 3 bar dan akan mati jika tekanan air 5 bar.

- c. Pada tekanan rendah seluruh pompa akan bekerja. Bila telah mencapai tekanan menengah dua buah pompa akan berhenti bekerja dan hanya satu buah pompa yang bekerja, pompa ini akan mati jika air mencapai tekanan tinggi. Dari tekanan menengah sampai tekanan tinggi dua buah pompa akan bekerja secara bergantian.

Adapun kelemahan dari sistem ini adalah :

- a) Pada pipa distribusi tidak dilengkapi dengan *flow switch* sehingga sangat sulit untuk memonitor air yang ada didalam pipa.
- b) Dari tingkat menengah sampai tingkat tinggi dua buah pompa bekerja secara bergantian hanya berdasarkan tekanan air. Bila tekanan air selalu stabil dan tidak mencapai tingkat tinggi maka satu buah pompa akan bekerja secara terus – menerus. Hali ini akan mengurangi umur hidup pompa dan jadwal perawatan (*maintenance*) akan berantakan.

Kelemahan sistem distribusi yang lama adalah pada sistem keamanan tidak menggunakan *phase failure relay* yang akan memproteksi beban bila tegangan hilang, tidak seimbang, naik atau turun secara derastis. Hal ini sangat penting karena tegangan di Novotel Bogor tidak stabil.

3.2 Sistem kontrol distribusi air bersih baru

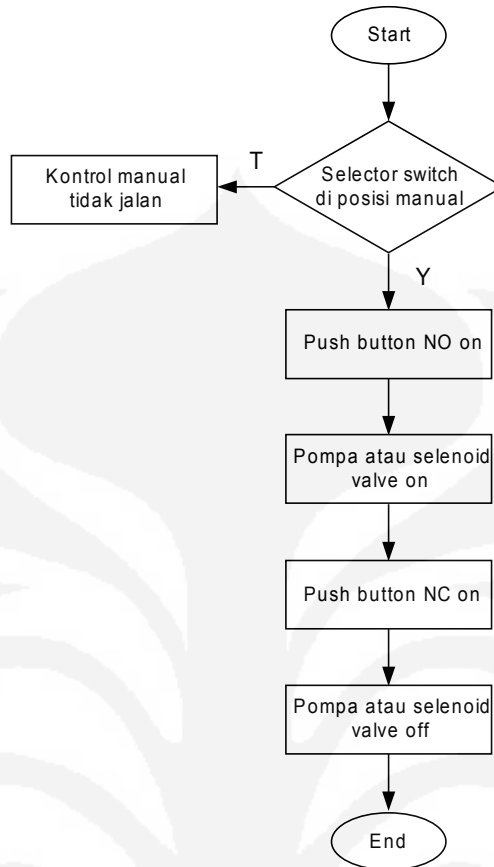
3.2.1 Deskripsi kerja

3.2.1.1 Kondisi Manual

Kondisi manual adalah suatu kondisi dimana pengoperasian kontrol aktuator (dalam hal ini pompa dan *motorized valve*) dilakukan secara manual (menekan tombol tekan). Untuk mengisi air ke bak penampung digunakan dua buah pompa dan sebuah *motorized valve* sedangkan untuk mengeluarkan air dari bak penampung digunakan tiga buah pompa. Masing – masing pompa dan *motorized valve* dilengkapi dengan tombol tekan (*push button*) untuk menjalankan dan menghentikan operasinya. Ada pun urutan kerja yang harus dilakukan untuk menjalankan kontrol secara manual adalah sebagai berikut :

1. Posisikan *selector switch* pada posisi M (manual)
2. Tekan *push button* NO (*Normally Open*) untuk menjalankan aktuator yang kita ingin operasikan.
3. Tekan *push button* NC (*Normally Closed*) untuk menghentikan aktuator yang sedang kita operasikan.

Pembuatan kontrol kondisi manual sangat diperlukan bila terjadi gangguan pada kondisi otomatis atau terjadi proses perawatan (*maintenance*).



Gambar 3.1 Diagram alir deskripsi kerja manual

3.2.1.2 Kondisi Otomatis

Kondisi otomatis adalah sebuah kondisi dimana kontrol aktuator bekerja sesuai dengan deskripsi kerja yang kita inginkan melalui alat kontrol yang kita pasang. Hal yang harus diperhatikan agar kontrol dapat berjalan secara otomatis adalah posisi *selector switch* harus berada pada kondisi A (*automatic*).

3.2.1.2.1 Pengisian *Ground tank*

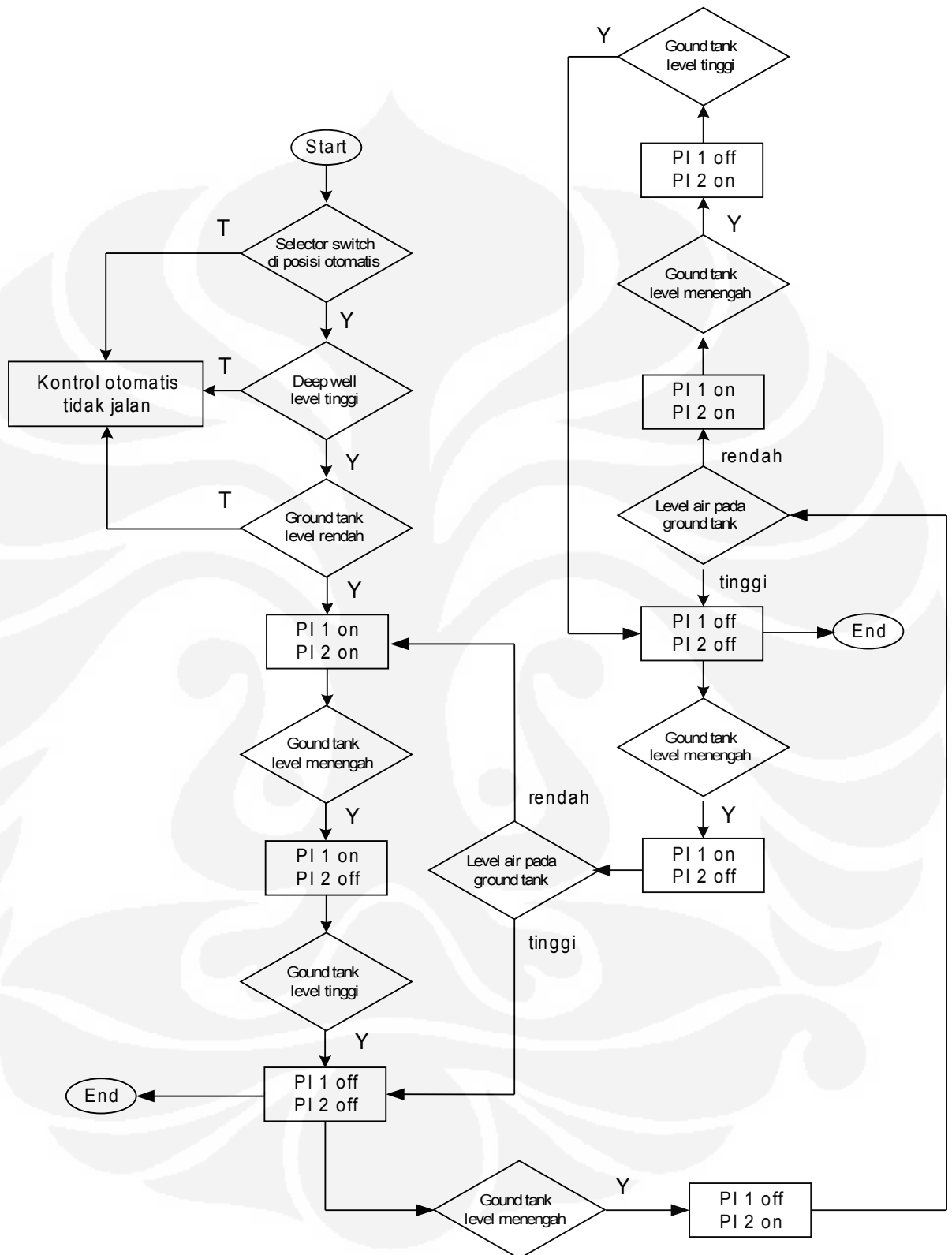
Pengisian air pada bak penampung dilakukan dengan dua cara yaitu dengan memompakan air dari sumur atau dengan membuka *motorized valve* Perusahaan Air Minum (PAM). Untuk mengontrol ketinggian air pada bak penampung dan sumur digunakan *floatless level switch* (*water level controller*) sedangkan untuk mendeteksi aliran air pada pipa distribusi digunakan *flow switch*. *Water level controller* (WLC) digunakan karena akurasi pengontrol ketinggian air dari WLC lebih baik dari pada saklar radar. Ketinggian air pada sumur dibagi

menjadi dua tingkat yaitu tingkat rendah dan tingkat tinggi. Pembagian tingkat ini untuk memproteksi pompa agar proses pengisian air akan berhenti ketika cadangan air pada sumur berada pada tingkat rendah dan akan kembali bekerja ketika ketinggian air telah mencapai tingkat tinggi. Ketinggian air pada bak penampung dibagi menjadi tiga tingkat yaitu tingkat rendah, menengah dan tinggi (penentuan jarak antar ketinggian air disesuaikan dengan keadaan) agar proses pengisian tidak terlalu lama (bila jarak *level* airnya terlalu jauh) atau terlalu sering (jika *level* airnya terlalu dekat). Pembagian ketinggian air pada bak penampung juga bermanfaat untuk proses kontrol pada pompa *incoming*, pompa *outgoing* dan *motorized valve* PAM.

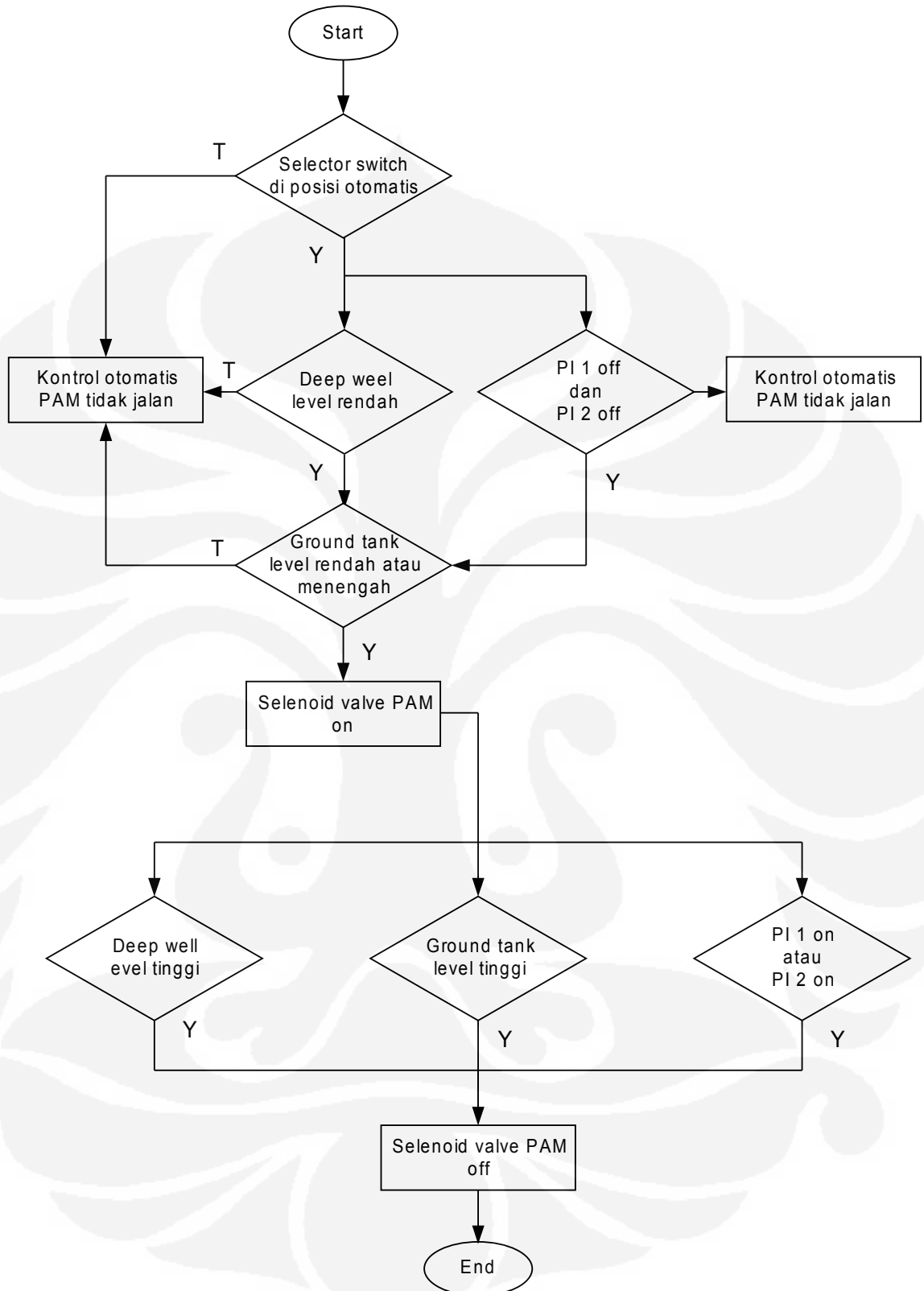
Pengisian air dari sumur ke bak penampung dilakukan oleh dua buah pompa (PI 1 dan PI 2) sehingga pompa *incoming* memiliki cadangan bila terjadi gangguan pada salah satu pompa. Pada awal pengisian kedua pompa bekerja secara bersamaan mengisi air pada bak penampung dari tingkat rendah sampai tingkat menengah. Kedua pompa di operasikan secara bersamaan agar proses pengisian berjalan dengan cepat. Setelah mencapai tingkat menengah satu pompa akan berhenti bekerja sedangkan pompa yang lainnya tetap bekerja sampai tingkat tinggi. Setelah mencapai tingkat tinggi baru pompa tersebut akan berhenti bekerja. Bila ketinggian air turun dari tingkat tinggi hingga tingkat menengah maka pompa yang lainnya yang akan mengisi air hingga tingkat tinggi. Pengisian air dari tingkat menengah hingga tingkat tinggi dilakukan secara bergantian. Proses bergantian ini dipilih untuk memperpanjang umur kerja pompa dengan menghindari penggunaan pompa secara terus menerus. Bila penggunaan air terjadi secara terus – menerus dan menyebabkan air turun dari tingkat tinggi hingga tingkat rendah maka kedua pompa akan kembali bekerja secara bersamaan sampai ketinggian air naik kembali dari tingkat rendah ke tingkat menengah. Pada awal pengisian ketinggian air pada sumur harus berada pada tingkat tinggi sedangkan pada pengisian selanjutnya ketinggian air pada sumur harus diatas tingkat rendah. Berikut ini adalah deskripsi kerja pengisian air pada bak penampung secara berurutan :

1. Pada awal pengisian PI 1 dan PI 2 bekerja secara bersamaan mengisikan air dari tingkat rendah sampai tingkat menengah.
2. Setelah mencapai tingkat menengah PI 2 akan berhenti bekerja sedangkan PI 1 akan tetap bekerja hingga ketinggian air mencapai tingkat tinggi, setelah mencapai tingkat tinggi baru PI 1 akan berhenti bekerja.
3. Penggunaan air dilakukan sesuai dengan kebutuhan, jika ketinggian air pada bak penampung turun dari tingkat tinggi sampai tingkat menengah maka PI 2 akan mengisi air hingga ketinggian air naik ke tingkat tinggi. Bila telah mencapai tingkat tinggi maka PI 2 akan berhenti bekerja.
4. Apabila posisi air pada bak penampung turun kembali dari tingkat tinggi sampai tingkat menengah maka PI 1 yang akan mengisi air hingga ketinggian air naik ke tingkat tinggi. Bila telah mencapai tingkat tinggi maka PI 1 akan berhenti bekerja.
5. Proses pengisian secara bergantian seperti ini terjadi secara terus menerus (deskripsi kerja no 3 dan 4).
6. Bila penggunaan air terjadi secara terus menerus yang menyebabkan ketinggian air pada bak penampung turun sampai tingkat rendah maka PI 1 dan PI 2 akan kembali bekerja secara bersamaan.

Pengisian air ke bak penampung yang berasal dari PAM diatur oleh sebuah *motorized valve*. Proses ini hanya akan terjadi bila ketinggian air pada sumur mencapai tingkat rendah atau terjadi kerusakan pada kedua pompa sedangkan ketinggian air pada *ground tank* berada dibawah tingkat menengah. Pengisian air dari PAM di minimalkan karena harga air PAM lebih mahal dari sumur.



Gambar 3.2 Diagram alir deskripsi kerja otomatis pengisian dengan pompa (deep well)



Gambar 3.3 Diagram alir deskripsi kerja otomatis pengisian dengan PAM

3.2.1.2.2 Pengeluaran *Ground tank*

Pengeluaran air pada bak penampung dilakukan dengan menggunakan menggunakan tiga buah pompa. Penggunaan tiga buah pompa dilakukan untuk memperpanjang umur pompa, sebagai cadangan bila ada gangguan pada salah satu pompa dan untuk mempermudah proses perawatan (*maintenance*). Untuk mengontrol tekanan air digunakan *pressure switch* sedangkan untuk mendeteksi aliran air pada pipa distribusi digunakan *flow switch*.

Besarnya tekanan air ditetapkan sebagai berikut :

1. Tekanan rendah 1 bar
2. Tekanan menengah 3 bar
3. Tekanan tinggi 5 bar

Penentuan besarnya tekanan ini berdasarkan besarnya tekanan minimal yang dibutuhkan untuk peralatan seperti *flasher* pada toilet, *shower* kamar mandi, kran (*valve*), *washtafel* dan lain – lain. Penggunaan tekanan yang kecil akan mengurangi efektifitas dari peralatan sedangkan penggunaan yang sangat besar akan merusak peralatan dan instalasi pemipaan. Untuk itu tekanan air dijaga agar bekerja diantara 3 sampai 4 bar.

Bila hal tersebut telah di tetapkan maka kita harus mengatur tekanan kerja pada kedua *pressure switch*.

1. *Pressure switch* 1 (PS 1) akan bekerja jika tekanan air 1 bar dan akan mati jika tekanan air 3 bar.
2. *Pressure switch* 2 (PS 2) akan bekerja jika tekanan air 3 bar dan akan mati jika tekanan air 5 bar.

Pada awal distribusi ketinggian air pada bak penampung harus berada pada tingkat menengah sedangkan pada distribusi selanjutnya ketinggian air harus diatas tingkat rendah, hal ini ditujukan untuk memproteksi kerja pompa *outgoing*. Pada tekanan rendah ketiga pompa akan bekerja secara bersamaan memompakan air hingga tekanan air naik sampai 3 bar (tekanan menengah), hal ini ditujukan agar proses distribusi air dapat berjalan dengan cepat. Pada keadaan normal sebuah pompa di rancang untuk hanya bisa bekerja pada tekanan rendah hingga tekanan menengah saja (PO 1). Pompa ini dirancang untuk mempercepat proses

distribusi air bila penggunaannya terlalu banyak dan sebagai pengganti bila terjadi gangguan pada kedua pompa yang lain.

Setelah mencapai tekanan menengah dua buah pompa akan berhenti bekerja (PO 1 dan PO 2) sedangkan pompa yang lainnya (PO 3) akan terus bekerja hingga tekanan tinggi atau selama dua jam. Bila selama dua jam belum mencapai tekanan tinggi maka kerja PO 3 akan digantikan oleh PO 2. Bila setelah dua jam pun PO 2 belum bisa mencapai tekanan tinggi maka PO 2 akan berhenti bekerja dan akan digantikan kembali oleh PO 3. PO 2 dan PO 3 bekerja secara bergantian selama dua jam sampai tekanan air mencapai tekanan tinggi baru pompa tersebut akan berhenti bekerja. Sistem bergantian ini dibuat untuk memperpanjang umur kerja pompa. Penentuan lamanya waktu kerja pada pompa (2 jam) berdasarkan waktu perawatan pompa.

Contoh :

Motor pompa yang digunakan adalah TATUNG F3F 3.7 kW, waktu servis yang disarankan adalah setiap 1000 jam. Pihak manajemen menetapkan untuk pompa distribusi dilakukan perawatan setiap 3 bulan sekali.

$$1000 : (3 \times 30) = 11,11 \text{ jam}$$

Dalam sehari sebuah pompa di sarankan untuk aktif selama 11 jam.

Pompa yang *aktif* untuk dapat bekerja bergantian secara normal ada 2 buah pompa. Maka bila setiap pompa bekerja bergantian selama 2 jam maka setiap hari pompa akan bekerja selama 12 jam (mendekati waktu yang disarankan).

Bila tekanan air turun dari tekanan tinggi sampai 3 bar (tekanan menengah) maka pompa yang akan bekerja adalah antara PO 2 dan PO 3 (jika pompa yang mengisi air hingga tingkat tinggi adalah PO 2 maka pompa yang akan bekerja adalah PO 3 begitupun sebaliknya). Bila tekanan air terus turun sampai tekanan rendah maka ketiga pompa akan bekerja secara bersamaan kembali. Seluruh pompa tidak akan bisa bekerja jika ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat rendah (proteksi). Berikut ini adalah deskripsi kerja pengeluaran air pada bak penampung secara berurutan :

1. Pada tekanan rendah (1 bar) maka ketiga pompa *outgoing* (PO 1, PO 2 dan PO 3) akan bekerja memompakan air dari bak penampung secara bersamaan.
2. Ketika tekanan air mencapai 3 bar (tekanan menengah) maka PO 1 dan PO 2 akan berhenti bekerja sedangkan PO 3 masih tetap berjalan sampai tekanan tinggi atau selama dua jam.
3. Sebelum mencapai tekanan tinggi PO 2 dan PO 3 bekerja secara bergantian selama dua jam. Setelah mencapai tekanan tinggi baru pompa tersebut akan berhenti bekerja.
4. Bila tekanan air turun dari tekanan tinggi sampai tekanan menengah maka pompa yang akan bekerja adalah antara PO 2 dan PO 3.
Jika pompa yang terakhir memompakan air hingga tekanan tinggi adalah PO 2 maka pompa yang akan bekerja adalah PO 3 begitupun sebaliknya.
5. Bila tiba – tiba penggunaan air turun secara drastis sampai tekanan rendah maka ketiga pompa akan kembali bekerja secara bersamaan.

3.2.1.3 Kondisi gangguan

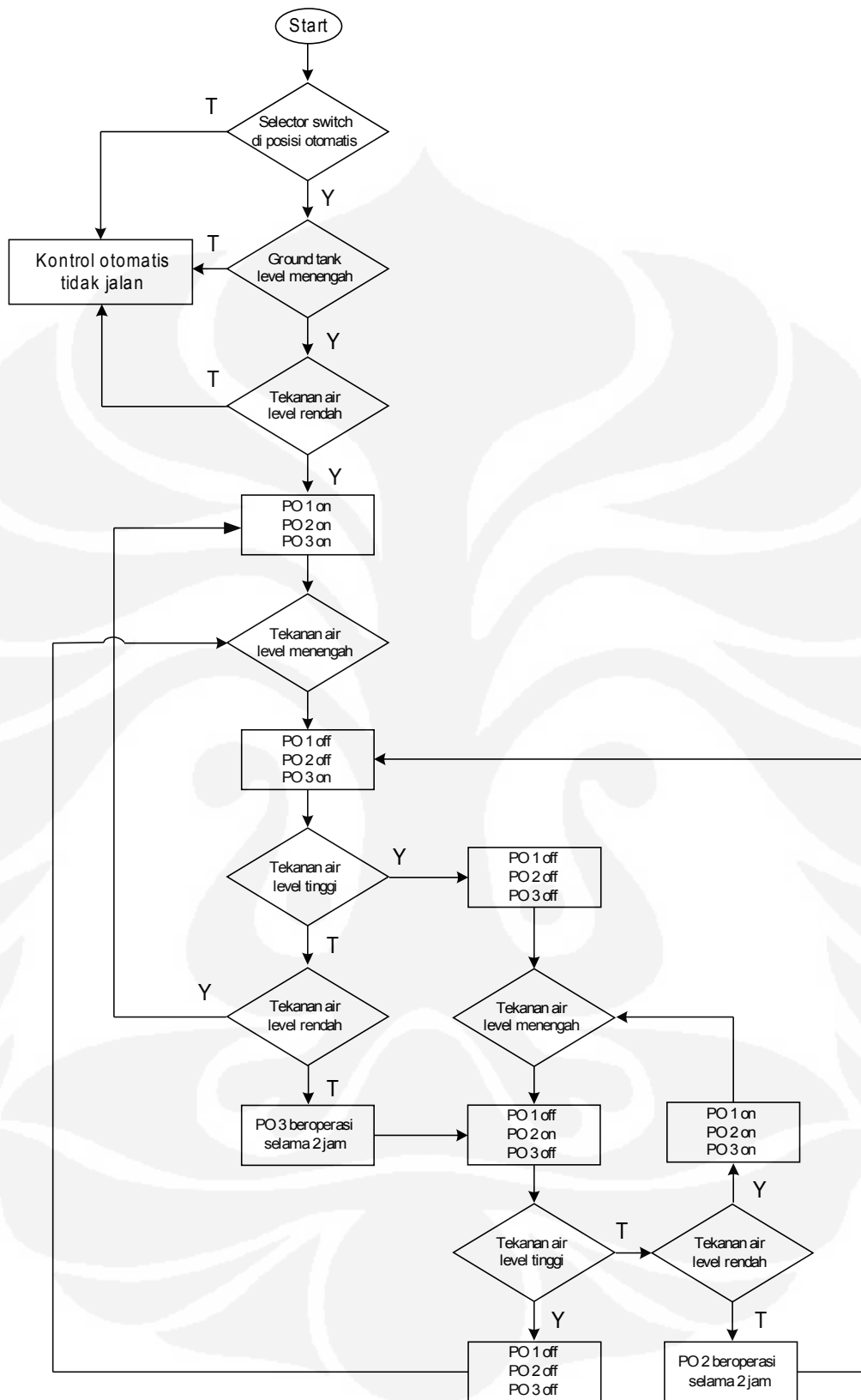
Kondisi gangguan adalah suatu kondisi dimana kontrol tidak bekerja sesuai deskripsi kerja normal. Adapun hal – hal yang mengakibatkan kondisi kerja normal terganggu adalah :

1. *Tripping* atau *short circuit* (hubungan arus pendek)

Tripping atau *short circuit* (hubungan arus pendek) adalah sebuah gangguan yang mengakibatkan turunnya *circuit breaker*. Hal ini bisa disebabkan oleh hubungan pendek antara penghantar *line* dengan *netral*, *line* dengan *ground* atau antara *line* dengan *line*. Untuk menanggulangi hal ini maka di gunakan *circuit breaker* (CB) atau *mini circuit breaker* (MCB).

2. *Over load* (beban lebih)

Over load adalah gangguan yang disebabkan karena alat bekerja melebihi kapasitas yang dimilikinya. Pada motor, beban lebih dapat mengakibatkan gulungan motor menjadi panas dan bila terus terjadi maka gulungan tersebut akan terbakar. Untk melindungi motor dari gangguan ini digunakan *thermal overload relay* (TOR).



Gambar 3.4 Diagram alir deskripsi kerja otomatis pengeluaran air

3. *No flow* (tidak ada aliran)

No flow adalah sebuah gangguan yang diakibatkan tidak adanya aliran (dalam hal ini aliran air). Untuk mendeteksi ada atau tidaknya aliran pada pipa distribusi di gunakan *flow switch* (saklar alir). Pada perancangan kali ini perancang menetapkan gangguan *no flow* terjadi jika setelah 1 menit peralatan (motor) bekerja tidak ada aliran air yang mengalir dalam pipa distribusi.

Penentuan ini berdasarkan kecepatan pompa dan jarak antara pipa hisap dengan flow switch. Contoh :

Pompa EBARA 2.2 kW, 2950 rpm mampu memompakan air pada pipa 2 inche dengan kecepatan 8 meter per detik. Maka bila jarak antara pipa hisap dengan saklar alir adalah 300 meter penetapan waktunya adalah :

$$T = 300 \text{ m} : (8 \text{ m/s}) = 37,5 \text{ detik}$$

Penetapan waktu di tunda hingga 1 menit dengan mempertimbangkan adanya gaya gravitasi bumi, waktu penundaan (delay) pada saat menghidupkan pompa, kekosongan (hampa) pada pompa distribusi.

4. *Phase loss* (hilang fase) atau *voltage imbalance* (tegangan tak seimbang)

Phase loss adalah sebuah gangguan yang diakibatkan karena hilangnya *phase* pada rangkaian tiga fase sedangkan *voltage imbalance* adalah gangguan yang diakibatkan karena ketidak seimbangan tegangan dari tegangan sumber. Bila hal ini terjadi maka peralatan tidak dapat bekerja karena tegangan sumber tidak sesuai dengan tegangan peralatan.

3.2.1.3.1 Gangguan pada kondisi manual

Bila terjadi gangguan pada kondisi manual yang disebabkan oleh hal – hal tersebut diatas maka ketika kita menekan tombol tekan untuk menjalankan pompa atau *motorized valve* maka peralatan yang kita maksud tidak akan bekerja. Peralatan akan bekerja kembali jika kita telah memperbaiki gangguan yang terjadi.

3.2.1.3.2 Gangguan pada kondisi otomatis

Pada proses pengisian :

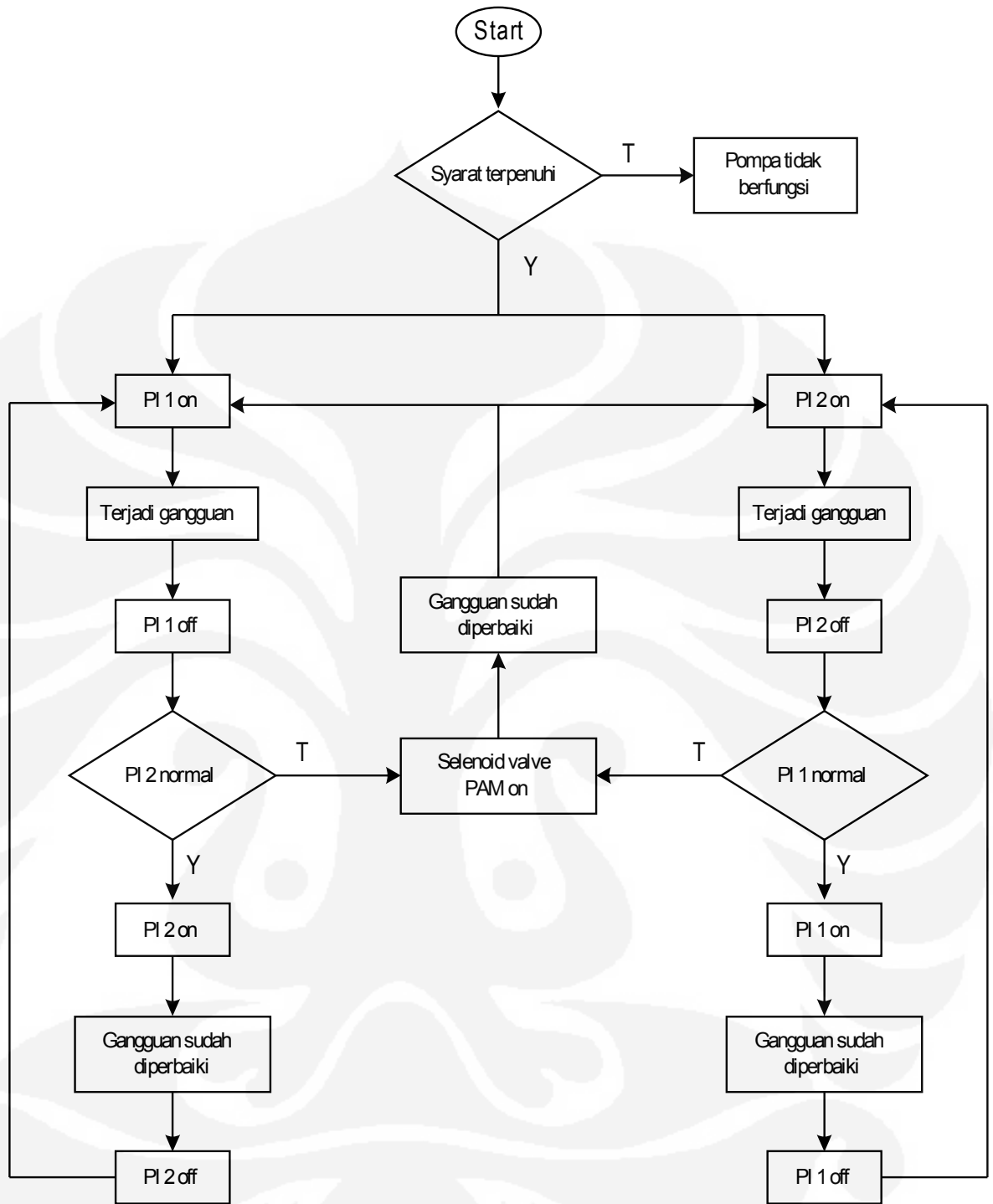
1. Bila terjadi gangguan pada salah satu pompa ketika melakukan pengisian air dari sumur ke bak penampung maka kerjanya akan digantikan oleh pompa yang lain.

Contoh : Bila PI 1 sedang bekerja tiba – tiba terjadi gangguan pada PI 1 maka PI 2 akan langsung bekerja menggantikan PI 1 begitupun sebaliknya.

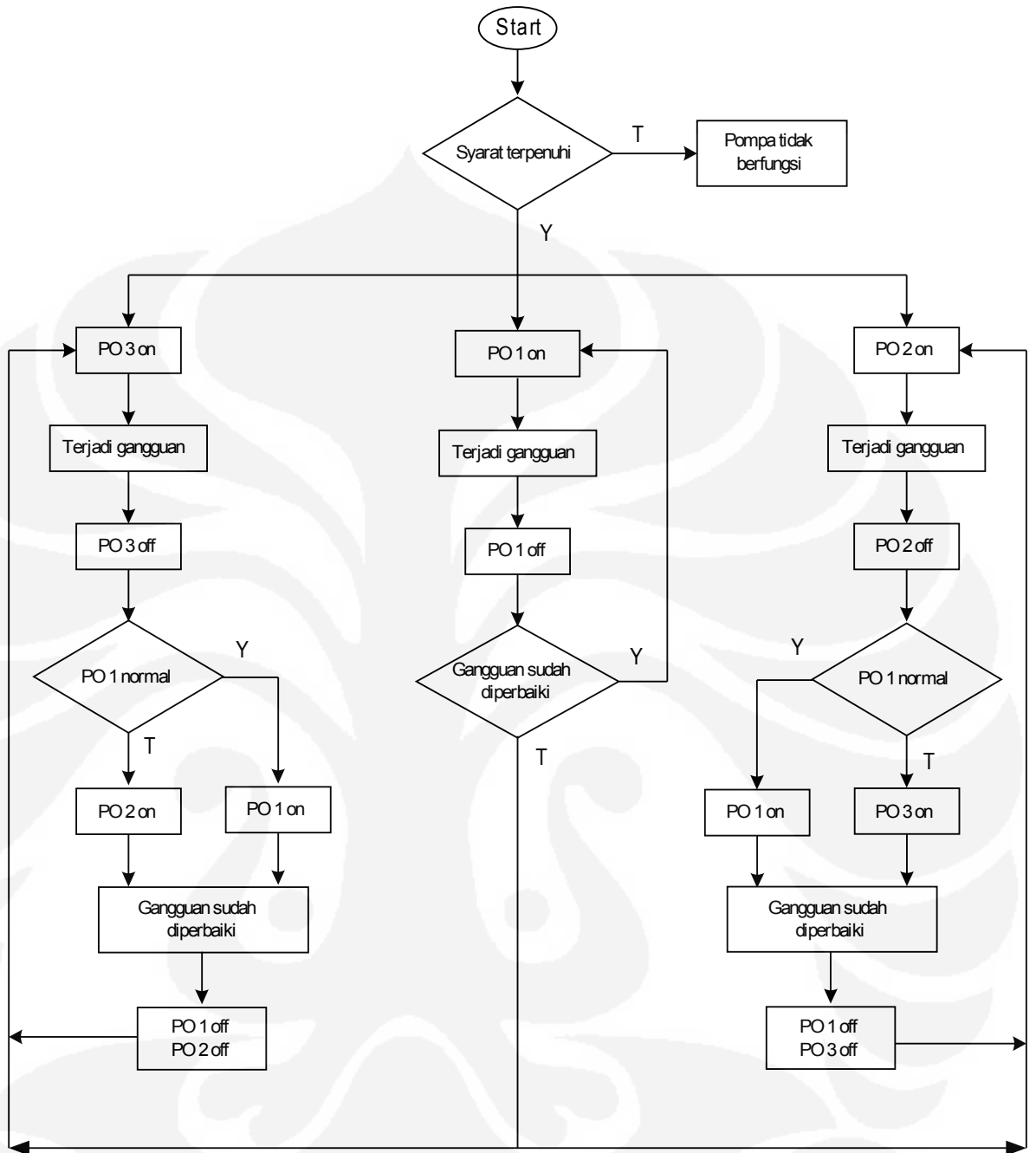
2. Bila setelah terjadi gangguan pada salah satu pompa kemudian terjadi lagi gangguan pada pompa yang lain maka proses pengisian air ke bak penampung akan dilakukan dari PAM dengan membuka *motorized valve*.

Pada proses pengeluaran air :

1. Bila terjadi gangguan pada PO 1 maka yang menggantikan adalah kedua pompa yang lain (PO 2 dan PO 3) dan apabila pada saat itu terjadi gangguan pada salah satu pompa tersebut (PO 2 atau PO 3) maka hanya salah satu pompa saja yang menggantikan.
2. Bila terjadi gangguan pada PO 2 maka yang menggantikan kerjanya adalah PO 1. dan apa apabila pada saat itu terjadi gangguan pada PO 1 maka yang menggantikan adalah PO 3.
3. Bila terjadi gangguan pada PO 3 maka yang menggantikan kerjanya adalah PO 1. dan apa apabila pada saat itu terjadi gangguan pada PO 1 maka yang menggantikan adalah PO 2.



Gambar 3.5 Diagram alir deskripsi kerja gangguan pada proses pengisian



Gambar 3.6 Diagram alir deskripsi kerja gangguan pada proses pengeluaran

3.2.1.4 Lain – lain

1. Untuk mengawasi penggunaan air maka di pasang debit meter pada pipa *incoming* baik yang berasal dari sumur atau pun dari PAM.
2. Pada masing – masing pompa dan *motorized valve* dipasang *hour meter* untuk mengetahui lama kerja dan usia pompa atau *motorized valve* sehingga memudahkan proses perawatan dan perbaikan.
3. Semua kondisi operasi dan kerja motor atau *motorized valve* ditandai dengan lampu tanda.
4. Untuk mengetahui kondisi gangguan maka dipasang alarm yang akan berbunyi bila terjadi gangguan. Alarm hanya akan bisa dimatikan secara manual.
5. Sistem kontrol dilengkapi dengan tombol *emergency switch* (saklar darurat) yang bila ditekan akan mematikan seluruh kontrol bila terjadi gangguan yang membahayakan.

3.3 Peralatan *input*, proses, *output* dan beban

3.3.1 Peralatan *input*

- a. *Floatless level switch / Water level controller* (WLC)
Digunakan untuk mendeteksi ketinggian air pada sumur dan bak penampung
- b. Tombol tekan *momentary* (*push button*)
Digunakan untuk mematikan dan menghidupkan beban secara manual.
- c. Saklar pilih (*selector switch*)
Digunakan untuk memilih kondisi kerja (manual dan otomatis).
- d. Saklar darurat (*emergency switch*)
Digunakan untuk mematikan seluruh control bila terjadi gangguan
- e. Saklar alir (*flow switch*)
Digunakan untuk mendeteksi aliran air pada pipa.
- f. *Pressure switch*
Digunakan untuk mendeteksi tekanan air pada proses pengeluaran

3.3.2 Peralatan proses

1. Rele (*relay*)

Digunakan untuk konfigurasi kontak kontrol

2. *Timer (time clock switch)*

Digunakan untuk proses pergantian pada proses pengeluaran.

3. *Timer on delay*

Digunakan untuk *delay* waktu kontrol *flow switch*

4. *Timer off delay*

Digunakan untuk proses pergantian pada proses pengeluaran.

3.3.3 Peralatan *output* dan beban

1. Kontaktor

Digunakan sebagai penghubung kontrol dengan beban.

2. Pompa

Digunakan untuk memompakan air dari *deep weel* ke bak penampung dan dari bak penampung ke pengguna terakhir.

3. Lampu tanda

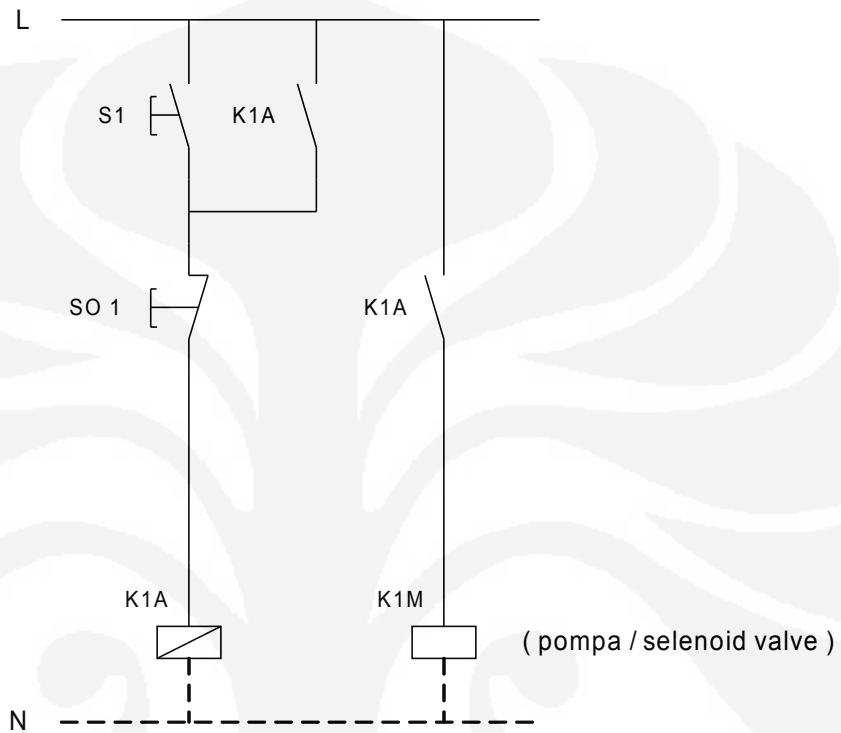
Lampu tanda digunakan untuk menandai kondisi kerja (manual atau otomatis), Jenis phasa yang masuk (R, S, T), kondisi kerja beban (*on* atau *off*) dan kondisi gangguan.

4. Bel listrik

Bel listrik digunakan untuk memberitahukan telah terjadi gangguan.

3.4 Perancangan dan penggambaran kontrol deskripsi kerja

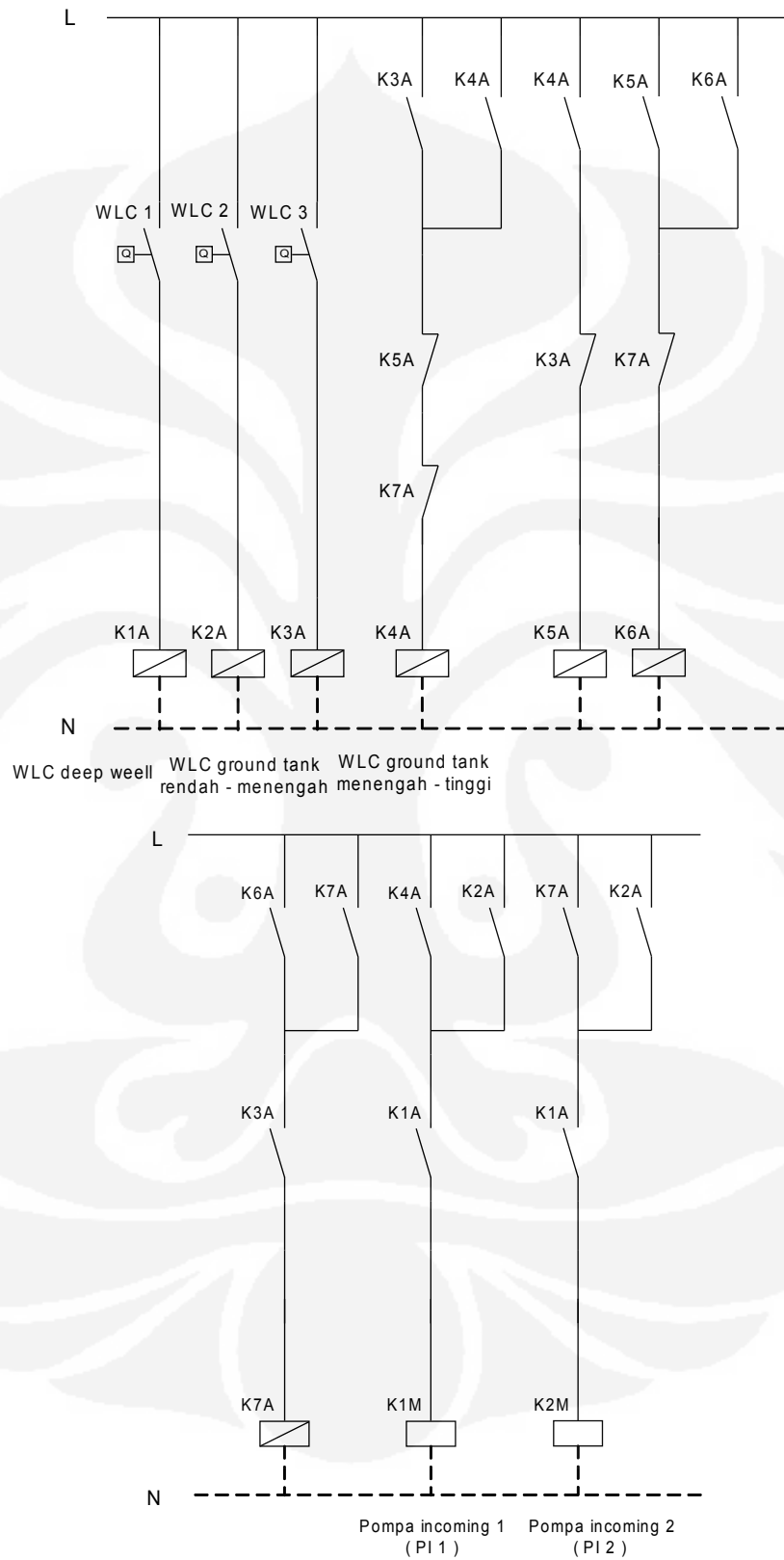
3.4.1 Deskripsi kerja manual



Gambar 3.7 Gambar kontrol elektro mekanis deskripsi kerja manual

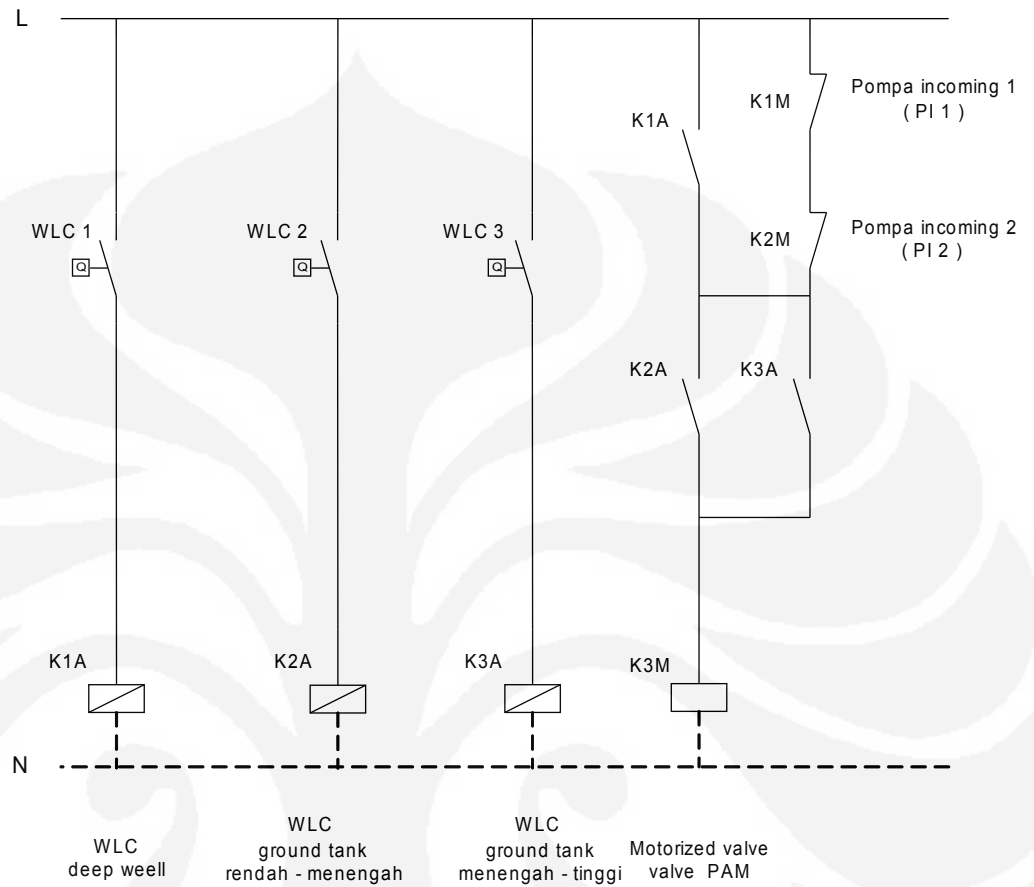
Pada kondisi manual tombol tekan NC dan NO dipasang secara seri dengan penguncian rele K1A.

3.4.2 Deskripsi kerja otomatis pengisian dengan pompa



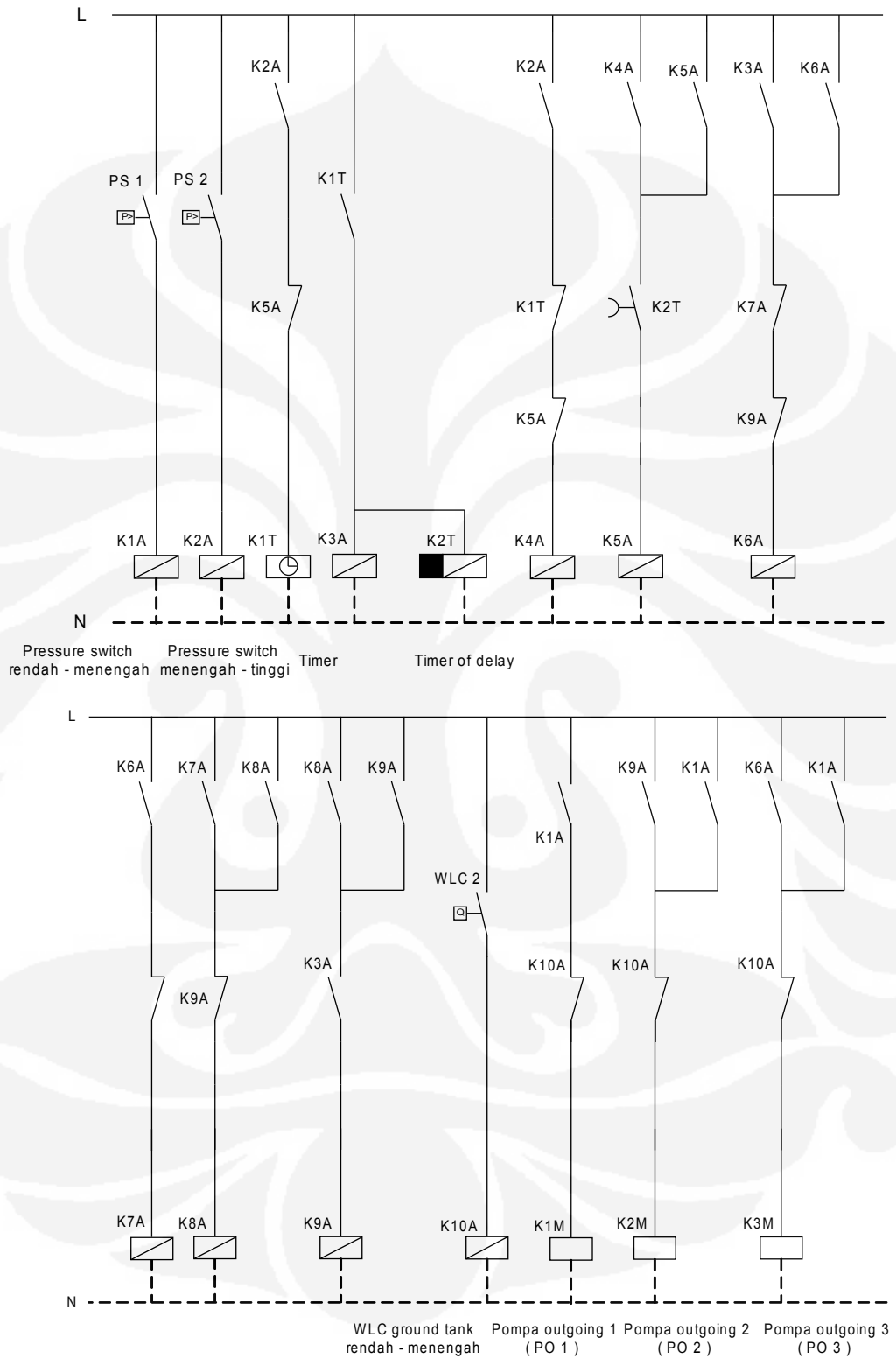
Gambar 3.8 Gambar kontrol elektro mekanis deskripsi otomatis pengisian dengan pompa

3.4.3 Deskripsi kerja otomatis pengisian dengan PAM



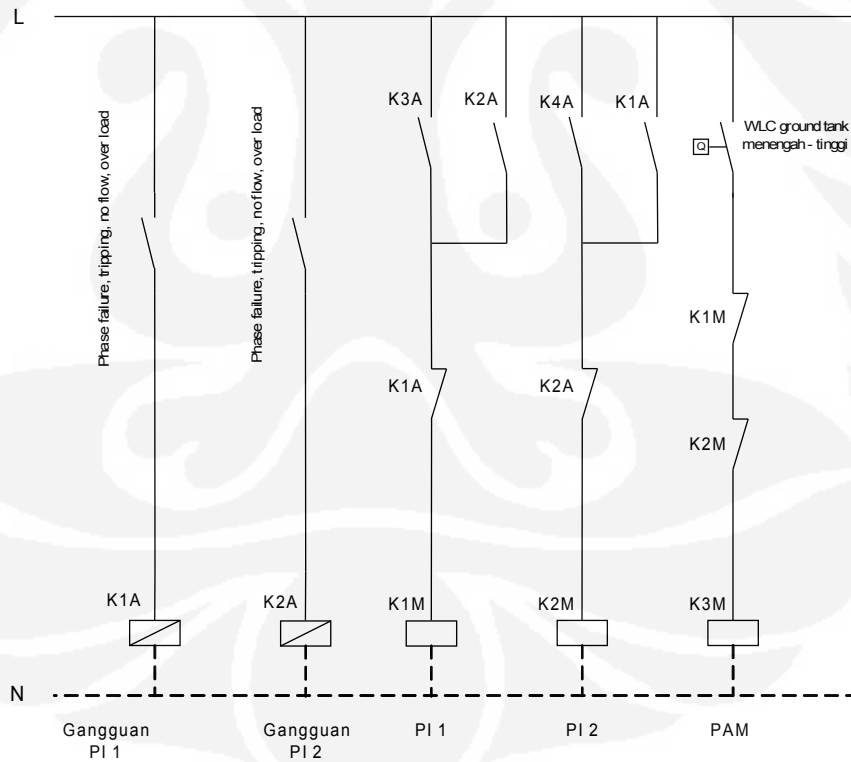
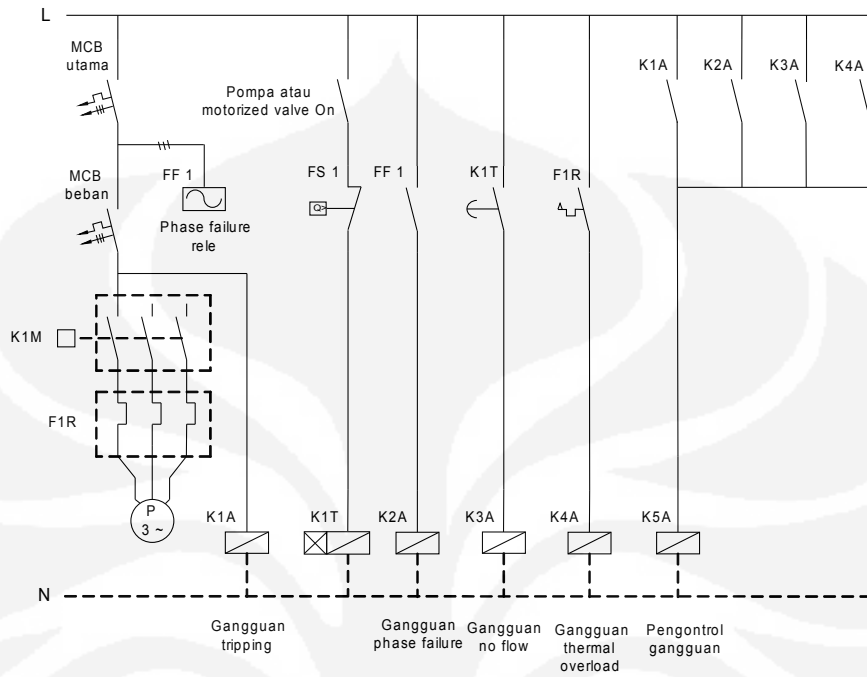
Gambar 3.9 Gambar kontrol elektro mekanis deskripsi otomatis pengisian dengan PAM

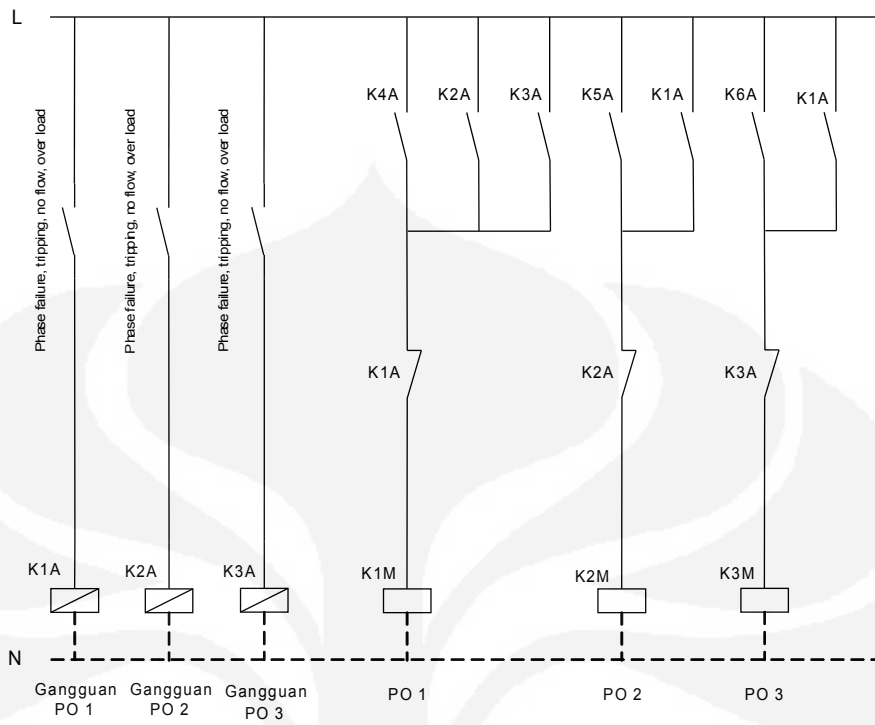
3.4.4 Deskripsi kerja otomatis pengeluaran



Gambar 3.10 Gambar kontrol elektro mekanis deskripsi otomatis pengeluaran

3.4.5 Deskripsi kerja gangguan





Gambar 3.11 Gambar kontrol elektro mekanis deskripsi gangguan

BAB IV ANALISIS DATA HASIL PERCOBAAN

Setelah dilakukan perangkaian kontrol sistem distribusi air bersih yang baru maka dilakukan pengetesan terhadap cara kerja kontrol. Berikut ini adalah hasil percobaan terhadap kontrol dengan berbagai macam deskripsi kerja.

4.1 Deskripsi kerja manual

Deskripsi kerja manual adalah suatu kondisi kerja dimana alat yang dikontrol dapat di hidup dan matikan dengan menggunakan tombol tekannya masing – masing.

Table 4.1 Data percobaan pompa incoming 1 deskripsi kerja manual

	Pompa Incoming 1				
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5
S21 ON	On	On	On	On	On
SO21 ON	Off	Off	Off	Off	Off

Dari data hasil percobaan diketahui bahwa kontrol manual untuk pompa *incoming* 1 berjalan dengan benar. Ini terbukti dengan pompa akan *on* bila tombol tekan S21 diaktifkan dan akan *off* bila SO21 diaktifkan.

Table 4.2 Data percobaan pompa incoming 2 deskripsi kerja manual

	Pompa Incoming 2				
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5
S23 ON	On	On	On	On	On
SO23 ON	Off	Off	Off	Off	Off

Dari data hasil percobaan diketahui bahwa kontrol manual untuk pompa *incoming* 2 berjalan dengan benar. Ini terbukti dengan pompa akan *on* bila tombol tekan S23 diaktifkan dan akan *off* bila SO23 diaktifkan.

Table 4.3 Data percobaan motorized valve PAM deskripsi kerja manual

	Motorized valve PAM				
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5
S25 ON	On	On	On	On	On
SO25 ON	Off	Off	Off	Off	Off

Dari data hasil percobaan diketahui bahwa kontrol manual untuk *motorized valve* PAM berjalan dengan benar. Ini terbukti dengan pompa akan *on* bila tombol tekan S23 diaktifkan dan akan *off* bila SO23 diaktifkan.

Table 4.4 Data percobaan pompa outgoing 1 deskripsi kerja manual

	Pompa outgoing 1				
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5
S51 ON	On	On	On	On	On
SO51 ON	Off	Off	Off	Off	Off

Dari data hasil percobaan diketahui bahwa kontrol manual untuk pompa *outgoing 1* berjalan dengan benar. Ini terbukti dengan pompa akan *on* bila tombol tekan S51 diaktifkan dan akan *off* bila SO51 diaktifkan.

Table 4.5 Data percobaan pompa outgoing 2 deskripsi kerja manual

	Pompa outgoing 2				
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5
S53 ON	On	On	On	On	On
SO53 ON	Off	Off	Off	Off	Off

Dari data hasil percobaan diketahui bahwa kontrol manual untuk pompa *outgoing 2* berjalan dengan benar. Ini terbukti dengan pompa akan *on* bila tombol tekan S53 diaktifkan dan akan *off* bila SO53 diaktifkan.

Table 4.6 Data percobaan pompa outgoing 3 deskripsi kerja manual

	Pompa outgoing 3				
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5
S55 ON	On	On	On	On	On
SO55 ON	Off	Off	Off	Off	Off

Dari data hasil percobaan diketahui bahwa kontrol manual untuk pompa *outgoing 3* berjalan dengan benar. Ini terbukti dengan pompa akan *on* bila tombol tekan S55 diaktifkan dan akan *off* bila SO55 diaktifkan.

4.2 Deskripsi kerja otomatis

Kondisi otomatis adalah sebuah kondisi dimana kontrol aktuator (alat yang dikontrol) bekerja sesuai dengan deskripsi kerja yang kita inginkan melalui alat kontrol yang kita pasang.

Proses pengisian

Pada proses pengisian kontrol dilakukan oleh pendeteksi ketinggian air yang dipasang pada bak penampung air dan sumur sedangkan alat yang dikontrol adalah dua buah pompa dan sebuah *motorized valve*.

Table 4.7 Data percobaan deskripsi kerja otomatis proses pengisian

No	WLC deep well		WLC ground tank			PI 1		PI 2		PAM	
	R	T	R	M	T	On	Off	On	Off	On	Off
1		x	x			x		x			x
2		x		x		x			x		x
3		x			x		x		x		x
4		x		x			x	x			x
5		x			x		x		x		x
6		x		x		x			x		x
7		x	x			x		x			x
8		x		x		x			x		x
9		x	x			x		x			x
10		x		x		x			x		x
11		x			x		x		x		x
12		x		x			x	x			x
13		x	x			x		x			x
14	x		x				x		x	x	
15		x	x			x		x			x
16		x		x			x	x			x
17		x			x		x		x		x
18		x		x		x			x		x
19		x	x			x		x			x
20	x		x				x		x	x	
21	x			x			x		x		x
22	x		x				x		x		x
23	x			x			x		x		x
24		x	x			x		x			x
25		x		x		x			x		x
26		x			x		x		x		x
27		x		x			x	x			x
28		x			x		x		x		x

Keterangan : R = Tingkat rendah

M = Tingkat menengah

T = Tingkat tinggi

Kontrol otomatis proses pengisian berjalan dengan benar. Semua kontrol berjalan sesuai dengan deskripsi kerja. Proses kerja bersamaan, bergantian dan pengisian dengan PAM berjalan dengan benar.

1. Proses kerja bersamaan terjadi pada percobaan 1,7,9,13,15,dan 19 :

Pompa *incoming 1* (PI 1) dan pompa *incoming 2* (PI 2) bekerja secara bersama – sama karena ketinggian air pada bak penampung turun sampai tingkat rendah sedangkan persediaan air di sumur masih cukup (tingkat tinggi).

2. Contoh proses kerja bergantian

- Percobaan 2 : Ketinggian air pada sumur tinggi sedangkan ketinggian air pada bak penampung menengah maka PI 1 *on* sedangkan PI 2 *off*
- Percobaan 3 : Ketinggian air pada sumur tinggi dan ketinggian air pada bak penampung naik dari tingkat menengah menjadi tinggi maka PI 1 dan PI 2 *off*
- Percobaan 4 : Ketinggian air pada sumur tinggi sedangkan ketinggian air pada bak penampung turun menjadi tingkat menengah maka PI 1 *off* sedangkan PI 2 *on*
- Percobaan 5 : Ketinggian air pada sumur tinggi dan ketinggian air pada bak penampung naik kembali menjai tingkat tinggi maka PI 1 dan PI 2 *off*
- Percobaan 6 : Ketinggian air pada sumur tinggi sedangkan ketinggian air pada bak penampung menengah maka PI 1 *on* sedangkan PI 2 *off*

3. Contoh deskripsi kerja pengisian dengan PAM :

➤ Pada percobaan 14 dan 15

Percobaan 14 : Ketinggian air pada sumur dan bak penampung rendah maka *motorized valve* PAM *on* sedangkan PI 1 dan PI 2 *off*

Percobaan 15 : Ketinggian air pada sumur naik dari tingkat rendah ke tingkat tinggi sedangkan ketinggian air pada bak penampung rendah maka PI 1 dan PI 2 *on* sedangkan *motorized valve* PAM *off*

➤ Pada percobaan 20 sampai 24

Percobaan 20 : Ketinggian air pada sumur dan bak penampung rendah maka *motorized valve* PAM *on* sedangkan PI 1 dan PI 2 *off*

Percobaan 21 : Ketinggian air pada sumur rendah sedangkan ketinggian air pada bak penampung naik menjadi tingkat menengah maka PI 1, PI 2 dan *motorized valve* PAM *off*

Percobaan 22 : Ketinggian air pada sumur rendah dan ketinggian air pada bak penampung turun kembali menjadi tingkat rendah maka *motorized valve* PAM *on* sedangkan PI 1 dan PI 2 *off*

Percobaan 23 : Ketinggian air pada sumur rendah sedangkan ketinggian air pada bak penampung naik menjadi tingkat menengah maka PI 1, PI 2 dan *motorized valve* PAM *off*

Percobaan 24 : Ketinggian air pada sumur naik menjadi tingkat tinggi sedangkan ketinggian air pada bak penampung turun kembali menjadi tingkat rendah maka *motorized valve* PAM *off* sedangkan PI 1 dan PI 2 *on*

Proses pengeluaran.

Pada proses pengeluaran, kontrol dilakukan oleh pendeteksi ketinggian air yang dipasang pada bak penampung air, *pressure switch* dan *timer* sedangkan alat yang dikontrol adalah tiga buah pompa.

Table 4.8 Data percobaan deskripsi kerja otomatis proses pengeluaran

No	WLC		Tekanan air (bar)			PO 1		PO 2		PO 3	
	Ground tank		1	3	5	On	Off	On	Off	On	Off
	R	M / T									
1		X	X			X		X		X	
2		X		X			X		X	X	
3		X			X		X		X		X
4		X		X			X	X			X
5		X			X		X		X		X
6		X		X			X		X	X	
7	X			X			X		X		X
8	X		X				X		X		X
9		X	X			X		X		X	
10		X		X			X	X			X
11		X			X		X		X		X
12		X		X			X		X	X	
13		X			X		X		X		X
14		X		X			X	X			X
15		X	X			X		X		X	
16		X		X			X		X	X	
17		X	X			X		X		X	
18		X		X			X		X	X	
19		X			X		X		X		X
20		X		X			X	X			X
21		X	X			X		X		X	
22	X			X			X		X		X
23	X		X				X		X		X
24		X	X			X		X		X	

Keterangan : R = Tingkat rendah

M / T = Tingkat menengah atau tinggi

Kontrol otomatis pengeluaran berjalan dengan benar. Seluruh deskripsi kerja terpenuhi oleh kerja kontrol. Proses bergantian dan kerja bersamaan berjalan sesuai dengan deskripsi kerja serta proteksi kerja pompa ketika cadangan air pada bak penampung sedikitpun berjalan dengan benar.

1. Contoh kerja bersamaan terjadi pada percobaan 1, 9, 15, 17, 21, dan 24

Seluruh pompa outgoing bekerja secara bersamaan karena tekanan air berada pada *le vel* rendah (1 bar) sedangkan ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat menengah atau tinggi.

2. Contoh kerja bergantian

- Percobaan 2 : Tekanan air berada pada tingkat menengah (3 bar) sedangkan ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat menengah atau tinggi maka PO 2 *off* sedangkan PO 3 *on* (PO 1 *off* karena ia hanya bekerja pada tekanan rendah saja)
- Percobaan 3 : Tekanan air berada naik menjadi tingkat tinggi (5 bar) sedangkan ketinggian air pada bak penampung tetap berada pada tingkat menengah atau tinggi maka PO 1, PO 2 dan PO 3 *off*
- Percobaan 4 : Tekanan air berada turun menjadi tingkat menengah lagi (3 bar) sedangkan ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat menengah atau tinggi maka PO 2 *on* sedangkan PO 3 *off*
- Percobaan 5 : Tekanan air berada naik menjadi tingkat tinggi (5 bar) sedangkan ketinggian air pada bak penampung tetap berada pada tingkat menengah atau tinggi maka PO 1, PO 2 dan PO 3 *off*
- Percobaan 6 : Tekanan air kembali turun menjadi tingkat menengah (3 bar) sedangkan ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat menengah atau tinggi maka PO 2 *off* sedangkan PO 3 *on*

3. Contoh proteksi kerja pompa

➤ Pada percobaan 7, 8 dan 9

Percobaan 7 : Ketinggian air pada bak penampung turun menjadi tingkat rendah sedangkan tekanan air berada pada tingkat menengah (3 bar) maka seluruh pompa *outgoing* akan *off*

Percobaan 8 : Ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat rendah sedangkan tekanan air turun menjadi tingkat rendah (1 bar) maka seluruh pompa *outgoing* tetap berada pada posisi *off*

Percobaan 9 : Ketinggian air pada bak penampung naik menjadi tingkat menengah sedangkan tekanan air tetap berada pada tingkat rendah (1 bar) maka seluruh pompa *outgoing* akan *on*

➤ Pada percobaan 22, 23 dan 24

Percobaan 22 : Ketinggian air pada bak penampung turun menjadi tingkat rendah sedangkan tekanan air berada pada tingkat menengah (3 bar) maka seluruh pompa *outgoing* akan *off*

Percobaan 23 : Ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat rendah sedangkan tekanan air turun menjadi tingkat rendah (1 bar) maka seluruh pompa *outgoing* tetap berada pada posisi *off*

Percobaan 24 : Ketinggian air pada bak penampung naik menjadi tingkat menengah sedangkan tekanan air tetap berada pada tingkat rendah (1 bar) maka seluruh pompa *outgoing* akan *on*

4.3 Deskripsi kerja gangguan

Kondisi gangguan adalah suatu kondisi dimana kontrol tidak dapat bekerja secara normal. Macam – macam gangguan yang terjadi misalnya adalah tidak ada aliran pada pipa distribusi, beban lebih, hubungan arus pendek dan tegangan sumber yang tidak seimbang pada setiap fasenya.

Table 4.9 Data percobaan deskripsi kerja gangguan proses pengisian

No	WLC deep well		WLC ground tank			Gangguan		PI 1		PI 2		PAM	
	R	T	R	M	T	PI 1	PI 2	On	Off	On	Off	On	Off
1		x	x					x		x			x
2		x		x				x			x		x
3		x			x				x		x		x
4		x		x					x	x			x
5		x			x				x		x		x
6		x		x		x			x	x			x
7		x			x				x		x		x
8		x		x					x	x			x
9		x			x				x		x		x
10		x		x				x			x		x
11		x	x					x		x			x
12		x		x				x			x		x
13		x			x				x		x		x
14		x		x			x	x			x		x
15		x	x				x	x			x		x
16		x		x			x	x			x		x
17		x			x		x		x		x		x
18		x		x		x	x						x
19		x	x			x	x		x		x	x	
20		x		x		x	x		x		x		x
21		x	x					x		x			x

Keterangan : R = Tingkat rendah

M = Tingkat menengah

T = Tingkat tinggi

Table 4.10 Data percobaan deskripsi kerja gangguan proses pengeluaran

No	WLC		Tekanan air (bar)			Gangguan			PO 1		PO 2		PO 3	
	R	M / T	1	3	5	PO 1	PO 2	PO 3	on	Off	On	Off	On	Off
1		x	x						x		x		x	
2		x		x						x		x	x	
3		x			x					x		x		x
4		x		x						x	x			x
5		x			x					x		x		x
6		x		x								x	x	
7		x	x			x				x	x		x	
8		x		x								x	x	
9		x			x					x		x		x
10		x		x			x		x			x		x
11		x			x					x		x		x
12		x		x						x		x	x	
13		x	x						x		x		x	
14		x		x				x	x			x		x
15		x			x					x		x		x
16		x		x						x	x			x
17		x	x			x				x	x		x	
18		x		x		x	x			x		x	x	
19		x			x	x				x		x		x
20		x		x		x		x		x	x			x
21		x			x			x		x		x		x
22		x		x				x			x			x
23		x	x				x	x	x			x		x
24		x		x			x	x						
25		x	x						x		x		x	

Keterangan : R = Tingkat rendah

M / T = Tingkat menengah atau tinggi

Kontrol gangguan pengisian berjalan dengan benar. Seluruh deskripsi kerja terpenuhi oleh kerja kontrol (terlihat pada tabel 4.9). Proses bergantian pada saat terjadi gangguan berjalan dengan benar.

- Percobaan 6 : Ketinggian air pada sumur tinggi sedangkan ketinggian air pada bak penampung menengah seharusnya PI 1 *on* sedangkan PI 2 *off* tetapi karena terjadi gangguan pada PI 1 maka kerja pompa PI 1 digantikan oleh PI 2 (PI 1 *off* sedangkan PI 2 *on*)
- Percobaan 14 : Ketinggian air pada sumur tinggi sedangkan ketinggian air pada bak penampung menengah seharusnya PI 2 *on* sedangkan PI 1 *off* tetapi karena terjadi gangguan pada PI 2 maka kerja pompa PI 2 digantikan oleh PI 1 (PI 1 *on* sedangkan PI 2 *off*)
- Percobaan 15 : Ketinggian air pada sumur tinggi sedangkan ketinggian air pada bak penampung turun menjadi tingkat rendah seharusnya kedua pompa *on* tetapi karena terjadi gangguan pada PI 2 maka hanya PI 1 saja yang *on*
- Percobaan 16 : Ketinggian air pada sumur tinggi sedangkan pada bak penampung kembali ke tingkat menengah seharusnya PI 2 *on* sedangkan PI 1 *off* tetapi karena masih terjadi gangguan pada PI 2 maka kerja pompa PI 2 digantikan oleh PI 1 (PI 1 *on* sedangkan PI 2 *off*)
- Percobaan 18 : Ketinggian air pada sumur tinggi sedangkan ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat menengah seharusnya PI 1 *on* sedangkan PI 2 *off* tetapi terjadi gangguan pada kedua pompa maka tidak ada pompa yang bekerja termasuk *motorized valve* PAM
- Percobaan 19 : Ketinggian air pada sumur tinggi sedangkan ketinggian air pada bak penampung turun menjadi tingkat rendah seharusnya kedua pompa *on* tetapi karena terjadi gangguan pada kedua pompa maka tidak ada pompa yang bekerja. Pada keadaan seperti ini *motorized valve* PAM *on*

➤ Percobaan 20 : Ketinggian air pada sumur tinggi sedangkan ketinggian air pada bak penampung naik ke tingkat menengah seharusnya PI 1 *on* sedangkan PI 2 *off* tetapi terjadi gangguan pada kedua pompa maka tidak ada pompa yang bekerja dan *motorized valve* PAM *off*

➤ Percobaan 21 : Ketinggian air pada sumur tinggi sedangkan ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat rendah maka kedua pompa bekerja bersama – sama (kedua pompa sudah diperbaiki).

Kontrol gangguan pengeluaran berjalan dengan benar. Seluruh deskripsi kerja terpenuhi oleh kerja kontrol (terlihat pada tabel 4.10). Proses bergantian pada saat terjadi gangguan berjalan dengan benar.

➤ Percobaan 7

Tekanan air berada pada tingkat rendah (1 bar) sedangkan ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat menengah atau tinggi seharusnya seluruh pompa bekerja secara bersama – sama tetapi karena terjadi gangguan pada PO 1 maka hanya PO 2 dan PO 3 yang bekerja.

➤ Percobaan 10

Tekanan air berada pada tingkat menengah (3 bar) sedangkan ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat menengah atau tinggi seharusnya PO 2 *on* sedangkan PO 1 dan PO 3 *off*. Tetapi karena terjadi gangguan pada PO 2 maka kerjanya digantikan PO 1 (PO 1 *on* sedangkan PO 2 dan PO 3 *off*)

➤ Percobaan 14

Tekanan air berada pada tingkat menengah (3 bar) sedangkan ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat menengah atau tinggi seharusnya PO 3 *on* sedangkan PO 1 dan PO 2 *off*. Tetapi karena terjadi gangguan pada PO 3 maka kerjanya digantikan PO 1 (PO 1 *on* sedangkan PO 2 dan PO 3 *off*)

➤ Percobaan 18

Tekanan air berada pada tingkat menengah (3 bar) sedangkan ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat menengah atau tinggi seharusnya PO 2 *on* tetapi karena terjadi gangguan pada PO 2 dan PO 1 maka PO 3 yang menggantikan kerja PO 2 (PO 3 *on* sedangkan PO 1 dan PO 2 *off*)

➤ Percobaan 20

Tekanan air berada pada tingkat menengah (3 bar) sedangkan ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat menengah atau tinggi seharusnya PO 3 *on* tetapi karena terjadi gangguan pada PO 3 dan PO 1 maka PO 2 yang menggantikan kerja PO 3 (PO 2 *on* sedangkan PO 1 dan PO 3 *off*)

➤ Percobaan 23

Tekanan air berada pada tingkat rendah (1 bar) sedangkan ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat menengah atau tinggi seharusnya seluruh pompa bekerja secara bersama – sama tetapi karena terjadi gangguan pada PO 2 dan PO 3 maka hanya PO 1 yang bekerja.

➤ Percobaan 24

Tekanan air berada pada *tingkat* menengah (3 bar) sedangkan ketinggian air pada bak penampung berada pada tingkat menengah atau tinggi seharusnya PO 3 *on* tetapi karena terjadi gangguan pada PO 1 dan PO 3 maka yang menggantikan kerja PO 3 adalah PO 1 (PO 2 *on* sedangkan PO 1 dan PO 3 *off*)

BAB V KESIMPULAN

Dari tugas akhir yang telah dibuat tentang perancangan kontrol sistem distribusi air bersih berbasis elektro mekanis ada beberapa perubahan yang dilakukan pada sistem lama untuk meningkatkan kualitas pada sistem baru diantaranya adalah :

1. Menggunakan dua buah pompa pada saat pengisian yang bisa bekerja secara serempak dan bergantian.
2. Menggunakan *water level controller* (WLC) sebagai pendeteksi ketinggian air pada sumur (*deep well*).
3. Pemasangan saklar alir (*flow switch*) pada pipa distribusi (*incoming* dan *outgoing*) untuk mendeteksi aliran air.
4. Ketinggian air pada bak penampung (*ground tank*) di bagi menjadi tiga tingkatan (rendah, menengah dan tinggi) dengan menggunakan WLC.
5. Proses kontrol pengeluaran air tidak hanya bergantung pada besarnya tekanan air tapi juga lama kerja pompa.
6. Penggunaan pendeteksi kegagalan fase (*phase failure relay*) pada sistem keamanan kontrol.

DAFTAR ACUAN

Yunan, SM. *Dasar Perancangan Kontrol Konvensional*. Jakarta : Politeknik Negeri Jakarta, 1999

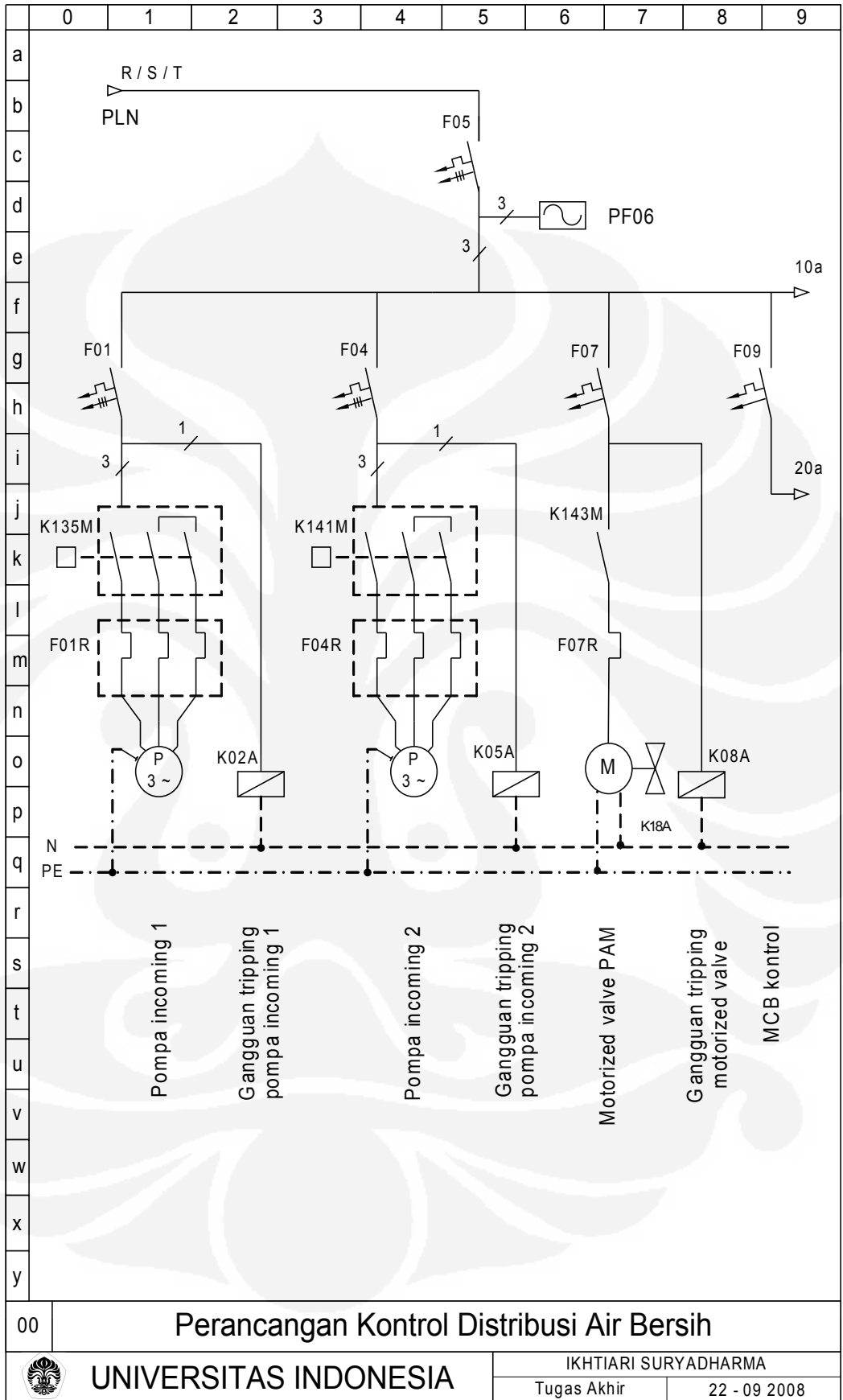
Badan Standar Nasional. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*. Jakarta : Yayasan PUIL, 2000

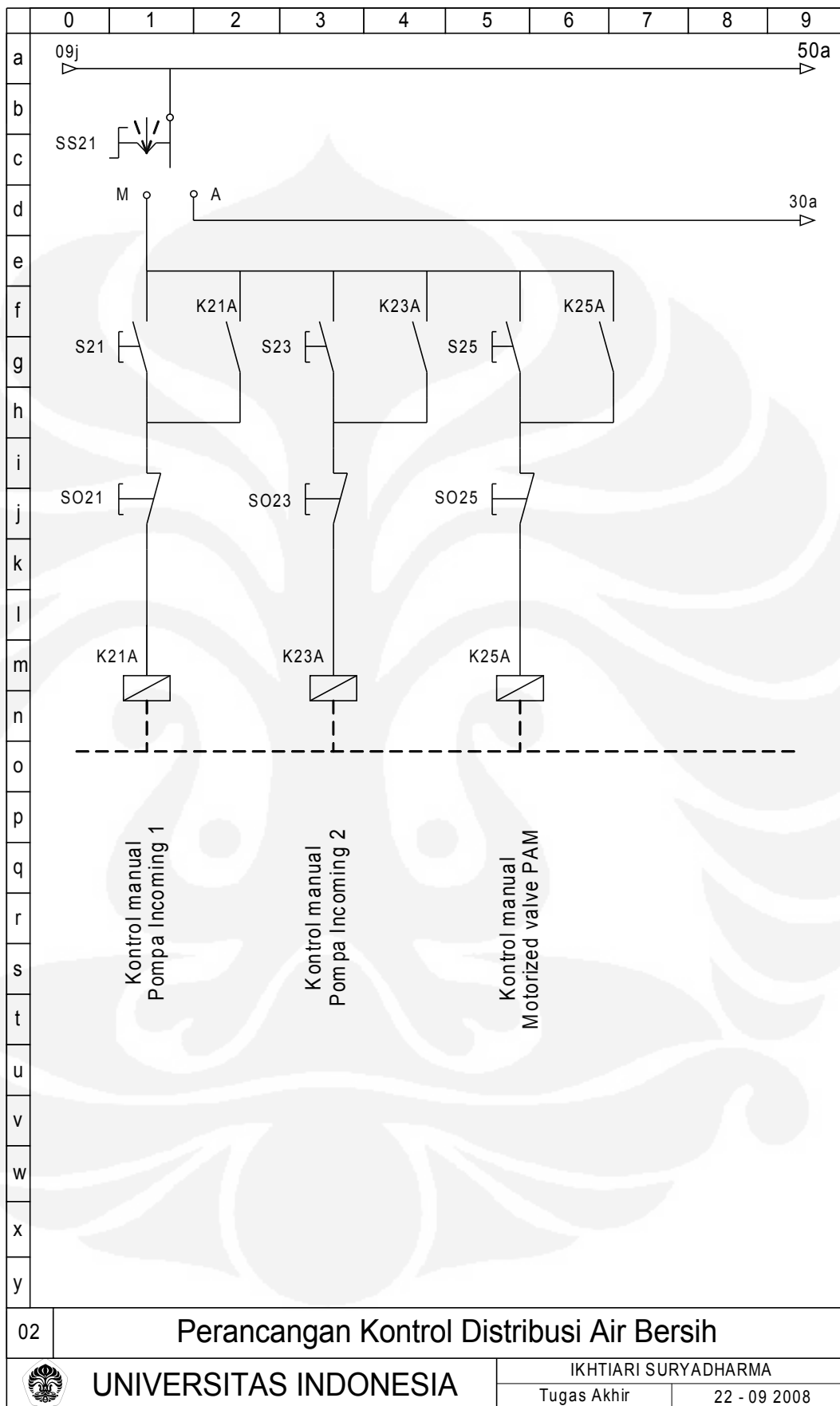
Insatalasi Distribusi Air Bersih Novotel Coralia Bogor. Jakarta. BERCA, 1997

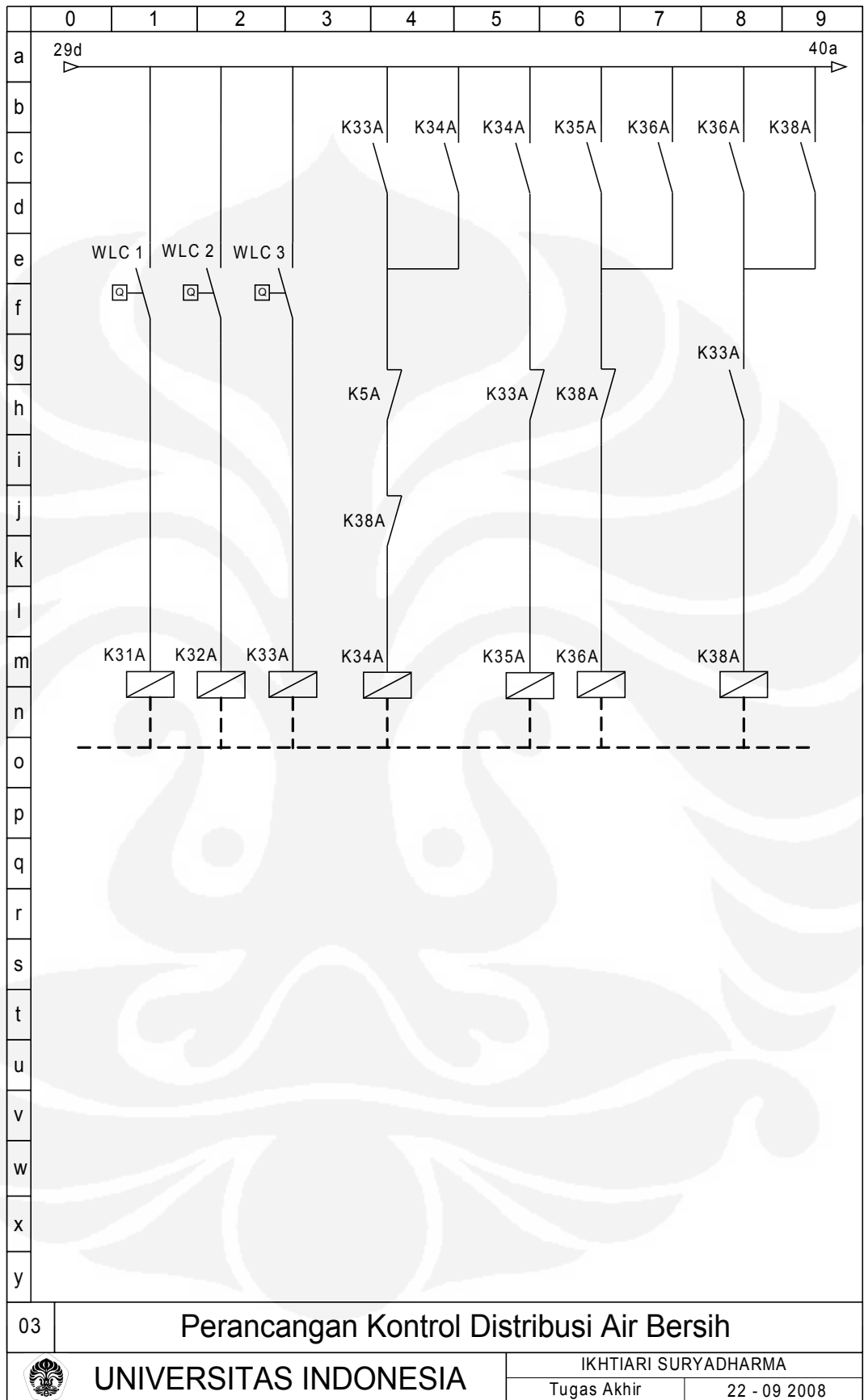
www.omron.com

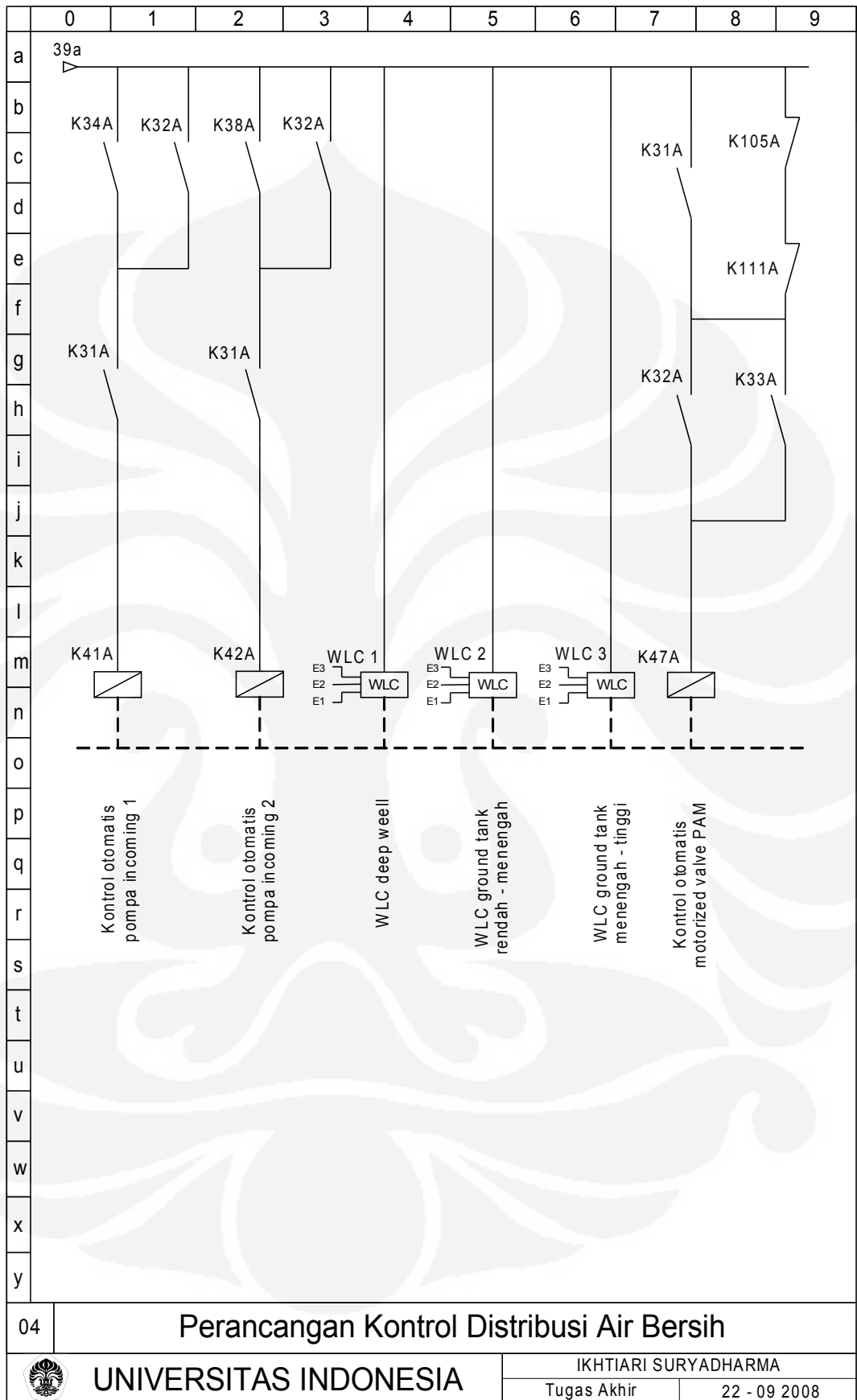
www.telemecanique.com

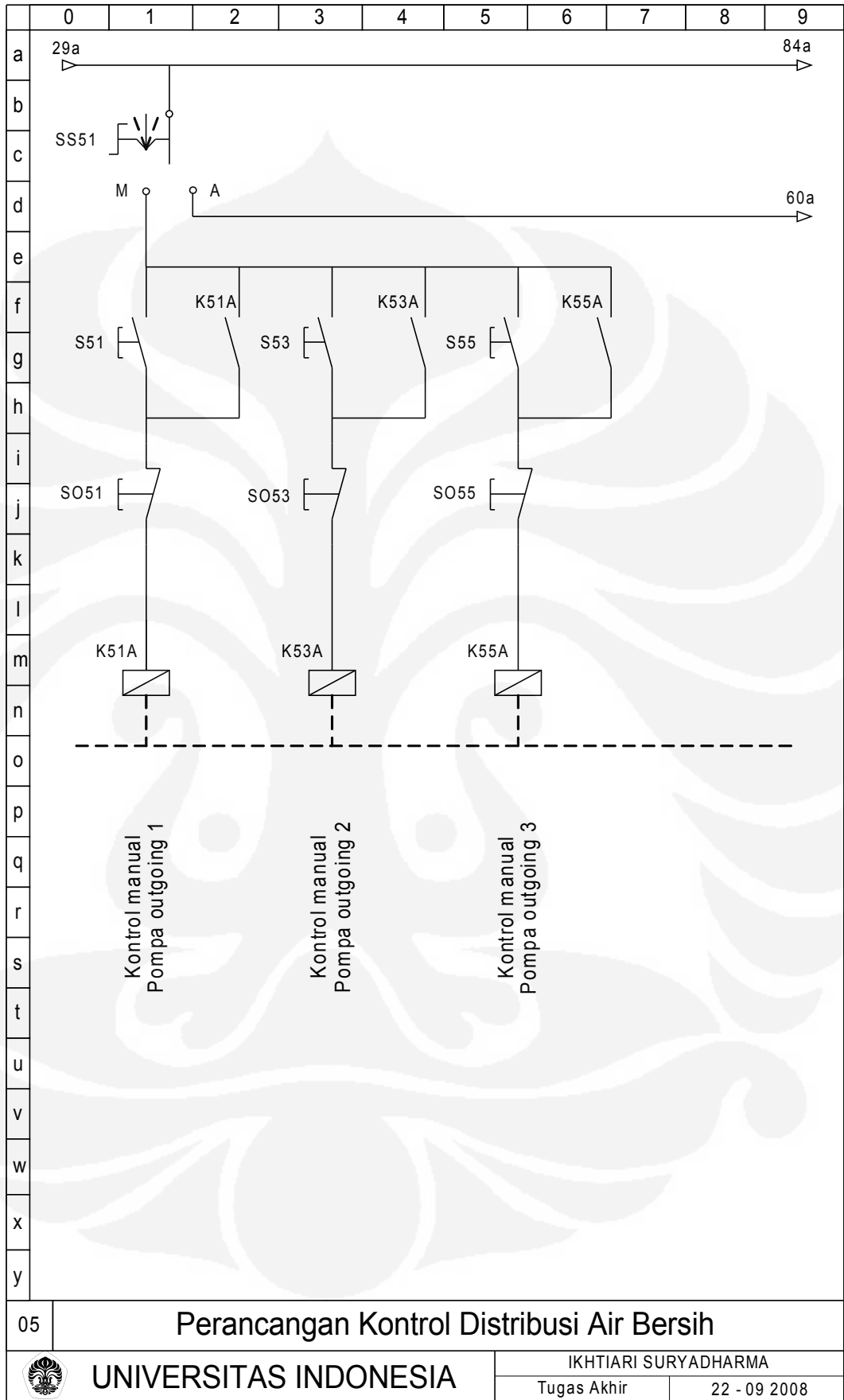
www.wikipedia.co.id

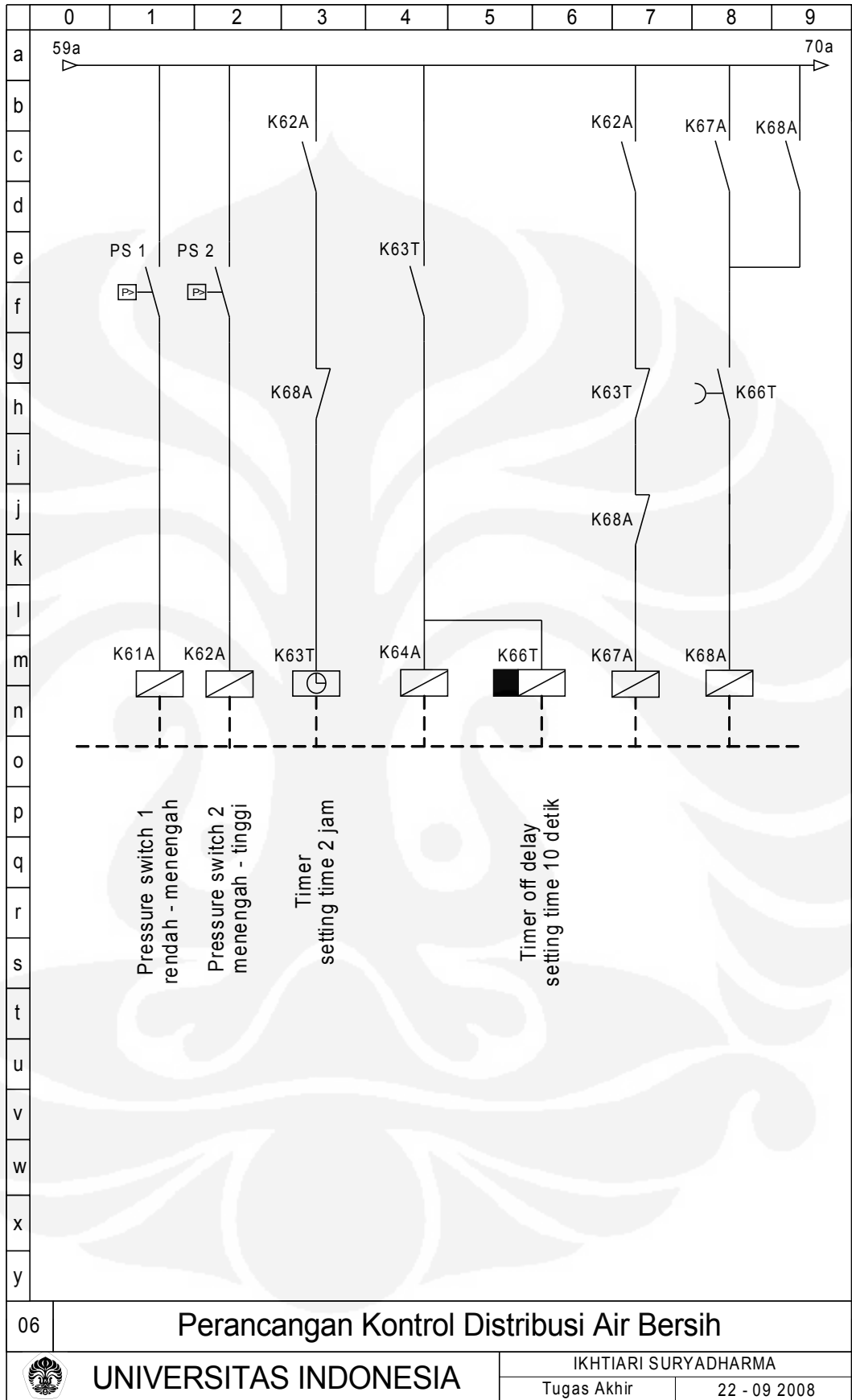


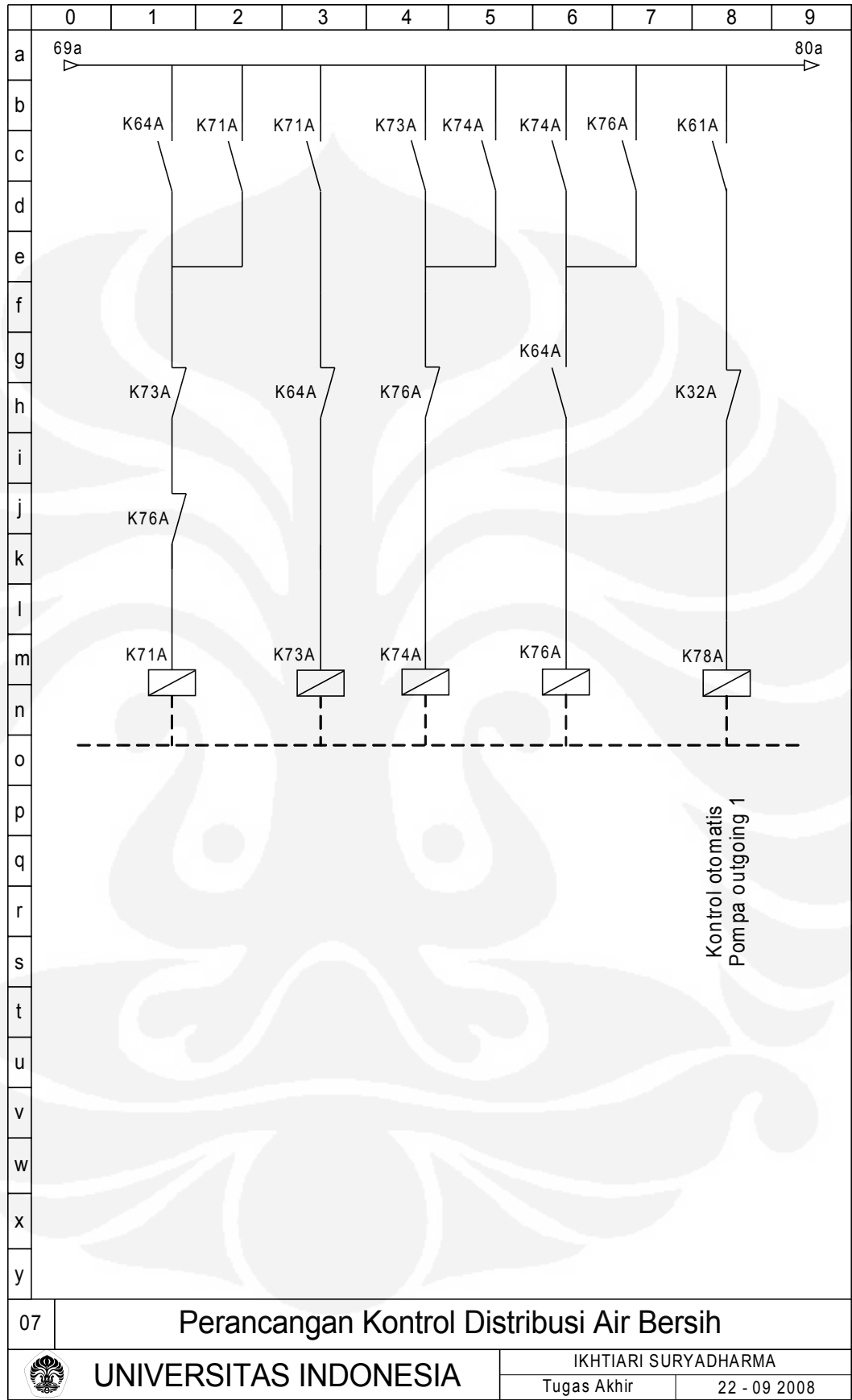




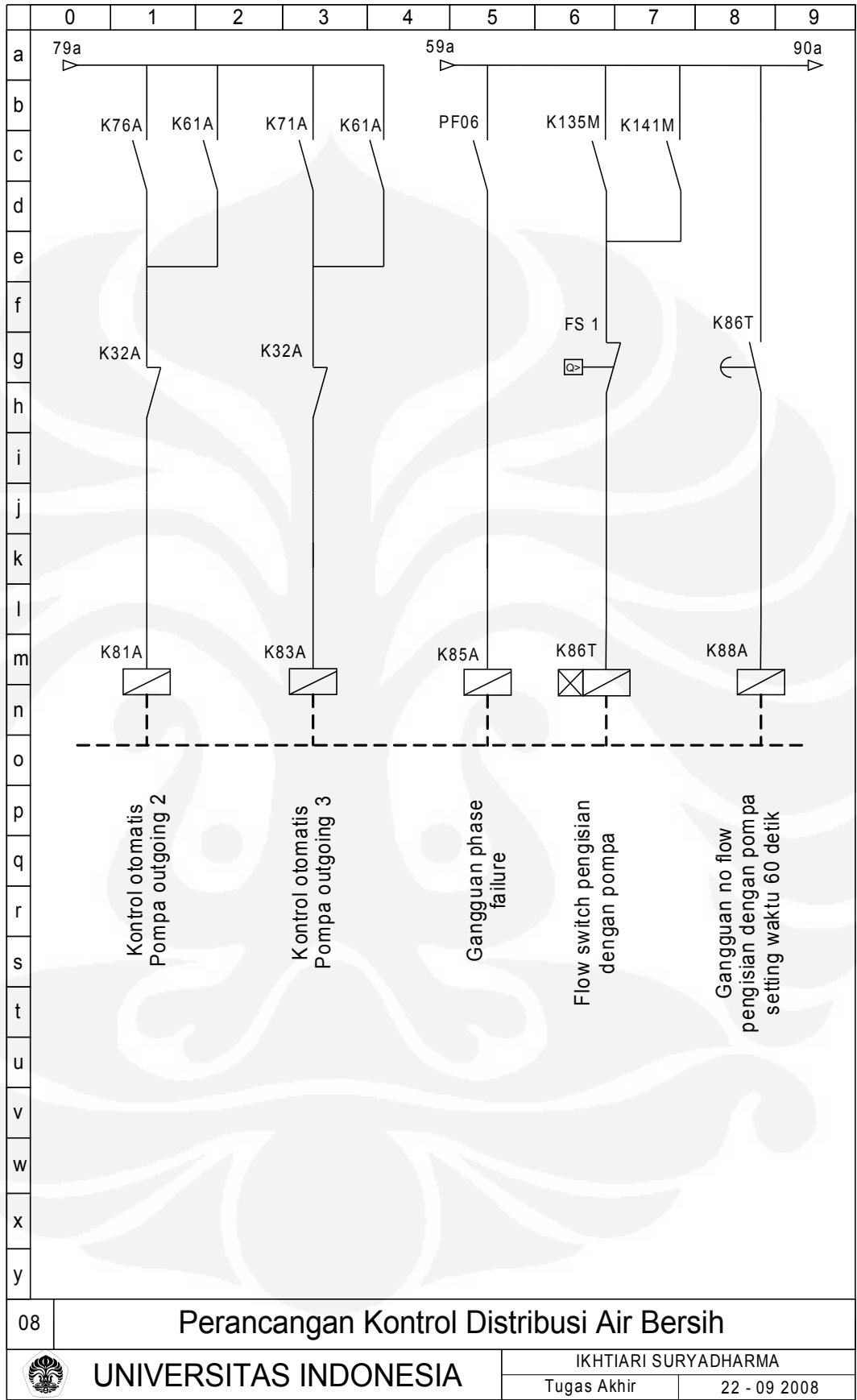


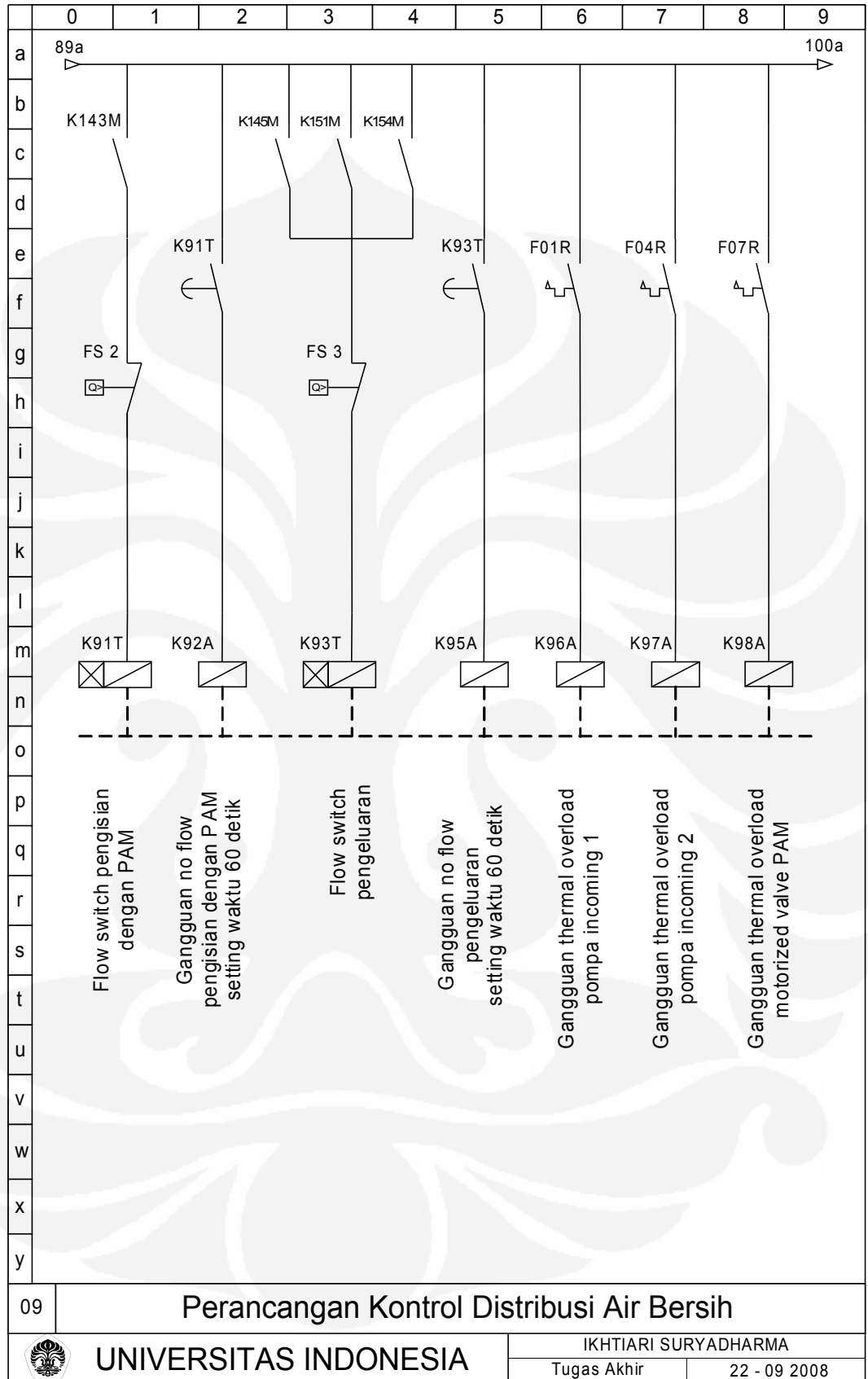


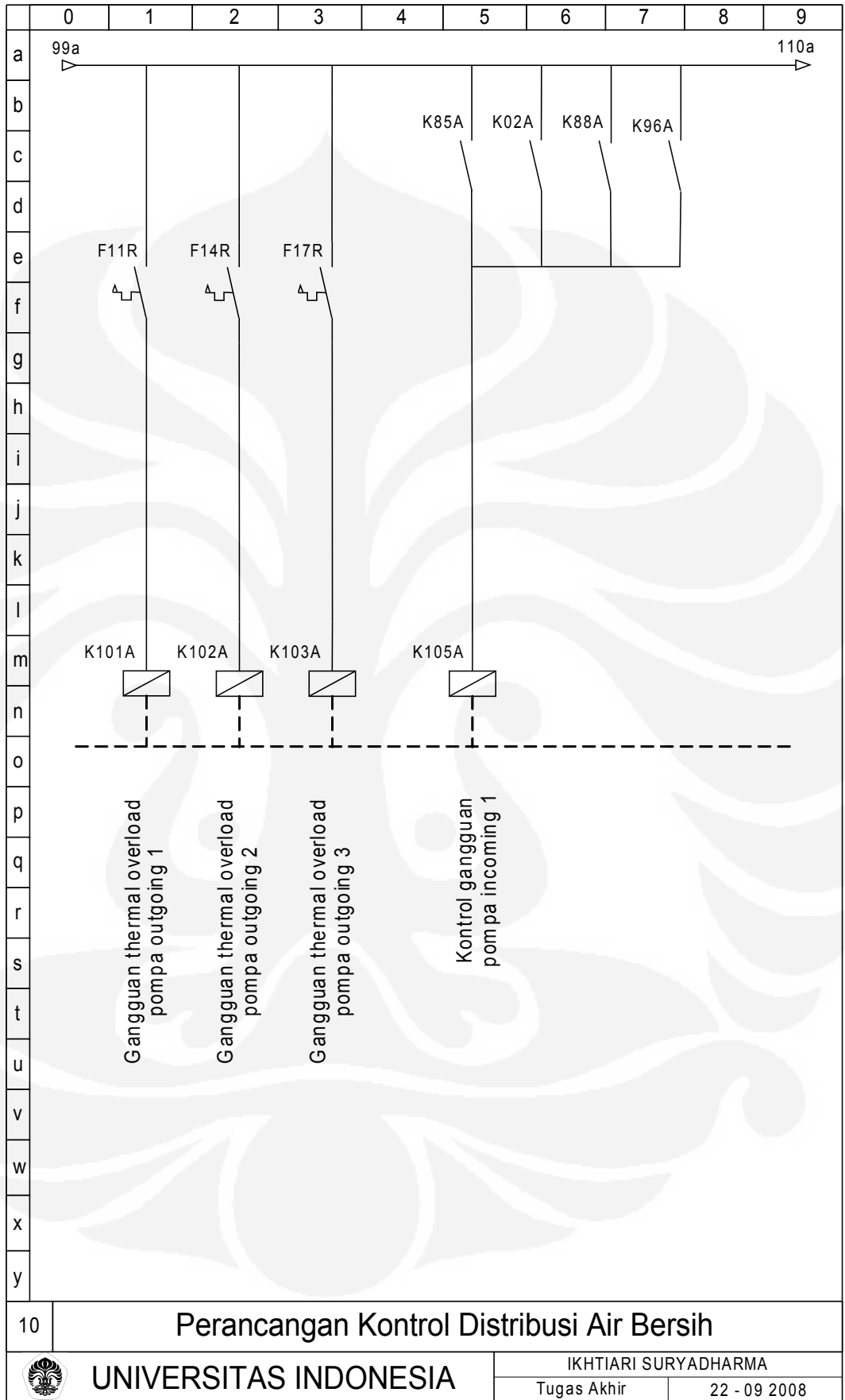




Kontrol otomatis
Pompa outgoing 1

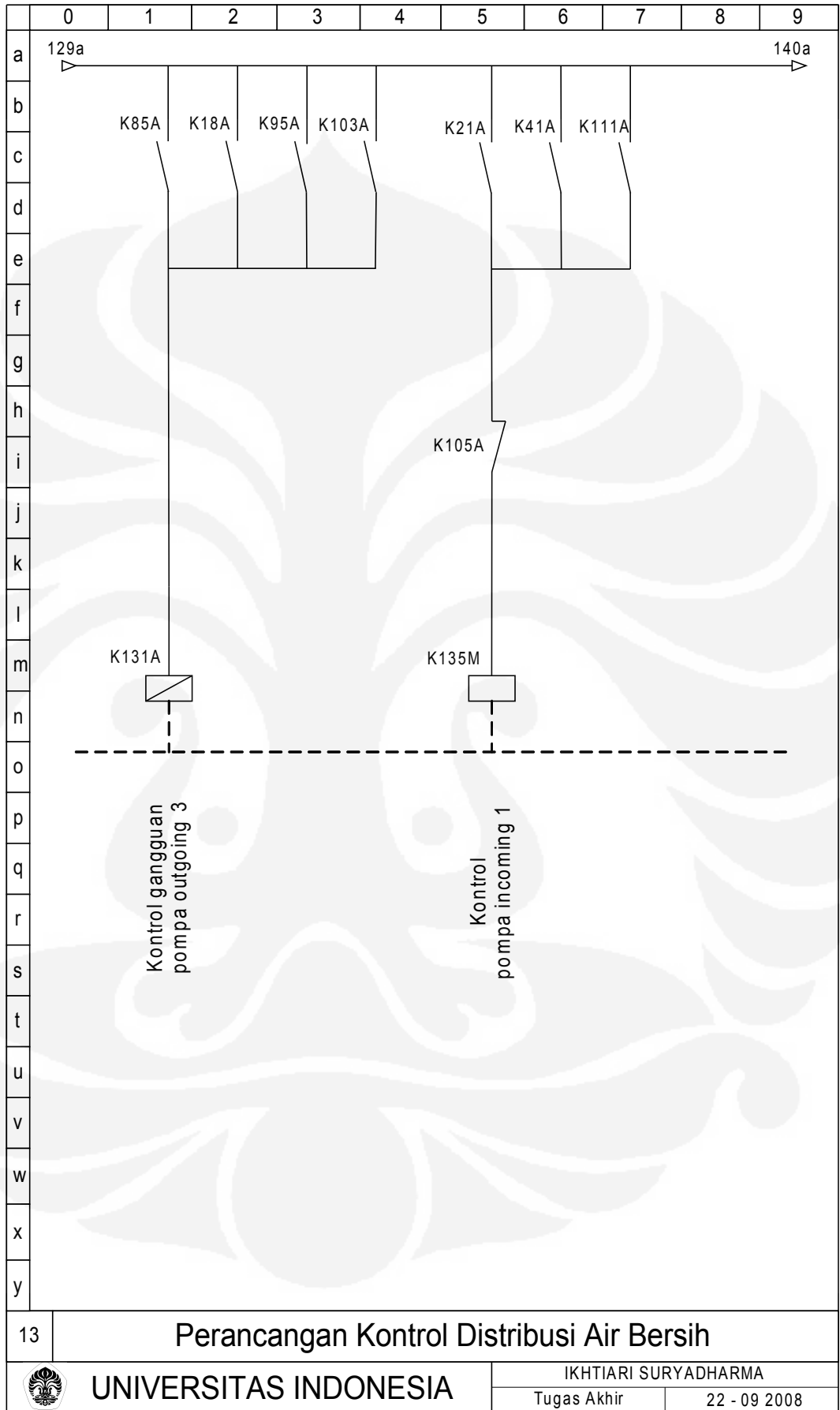


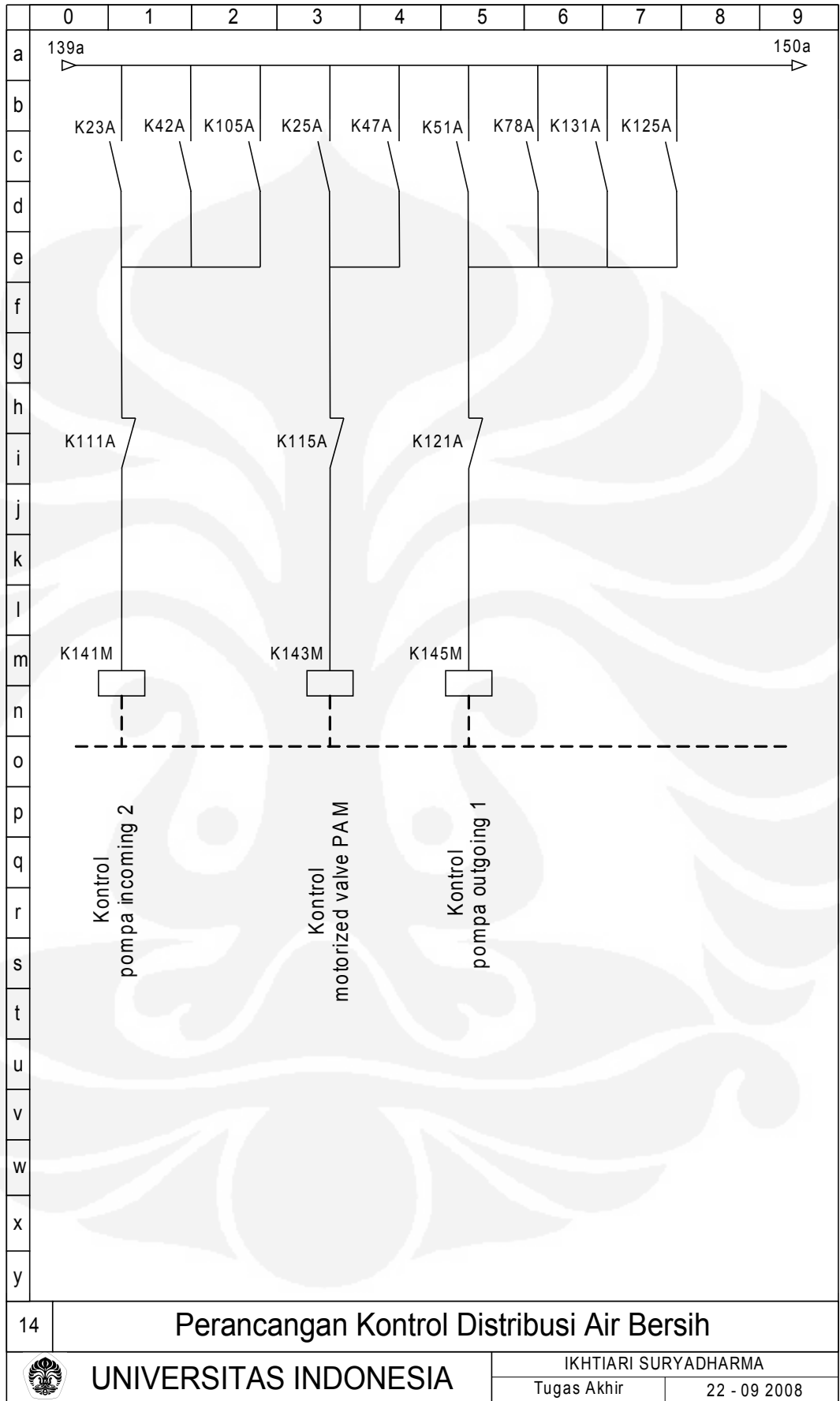


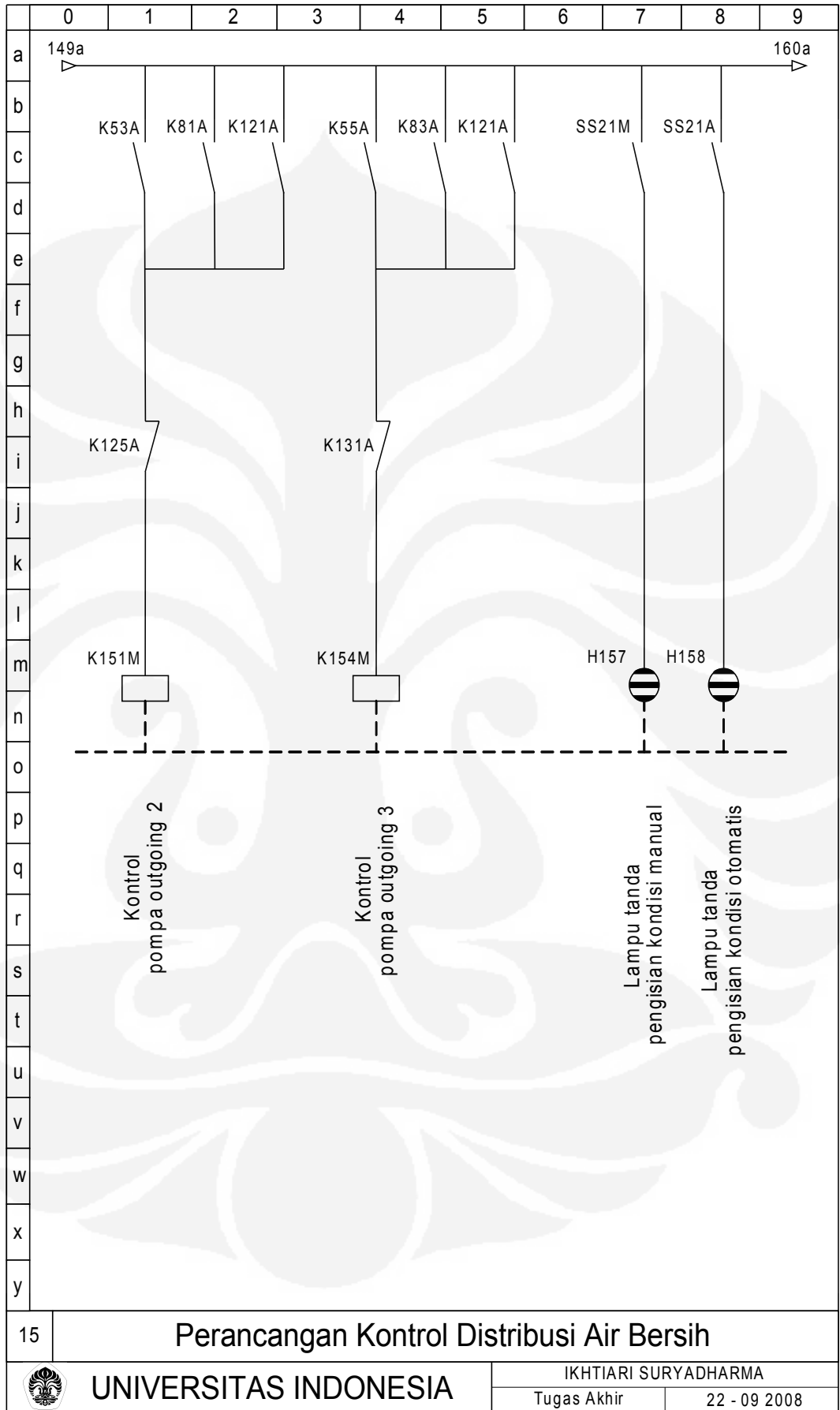


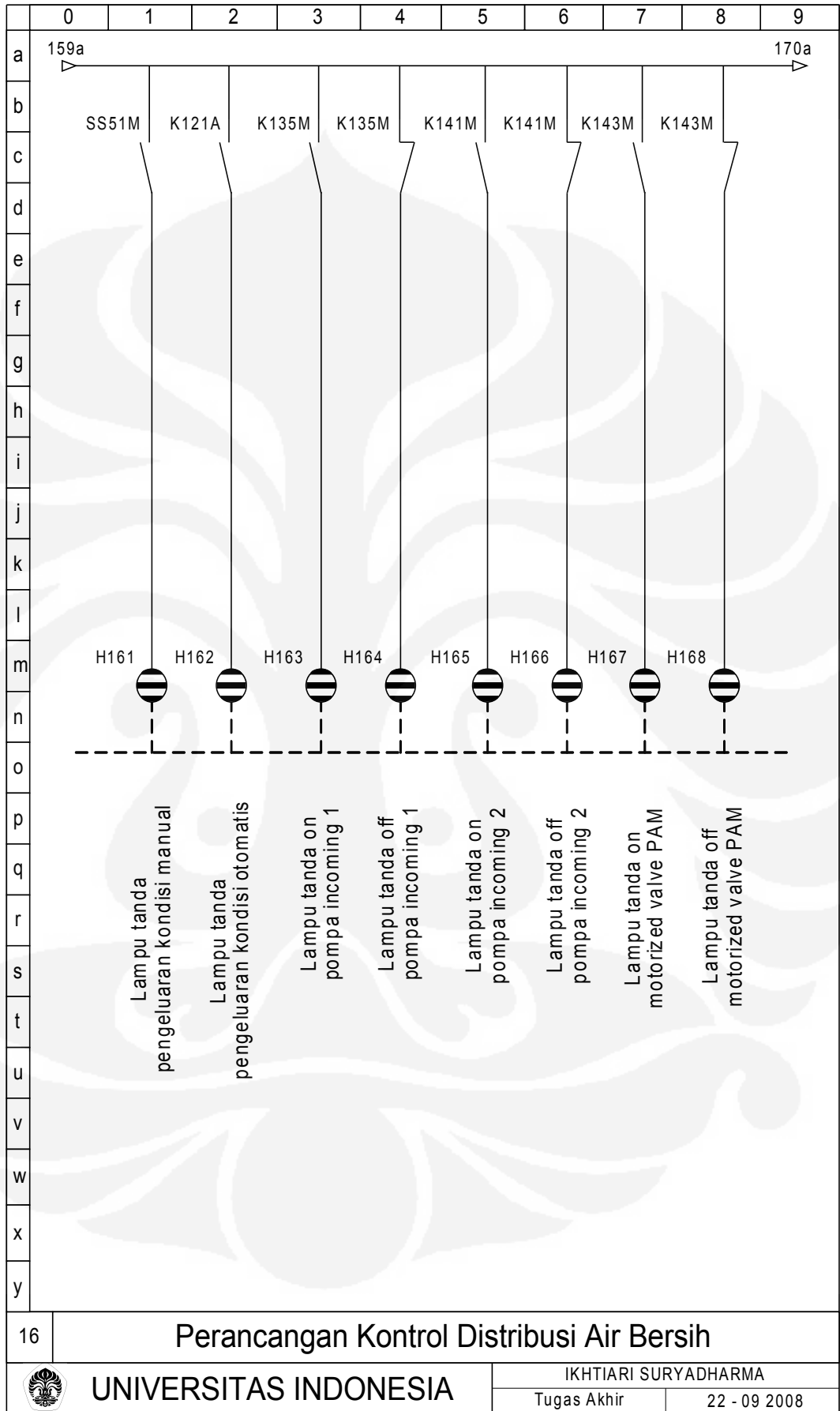


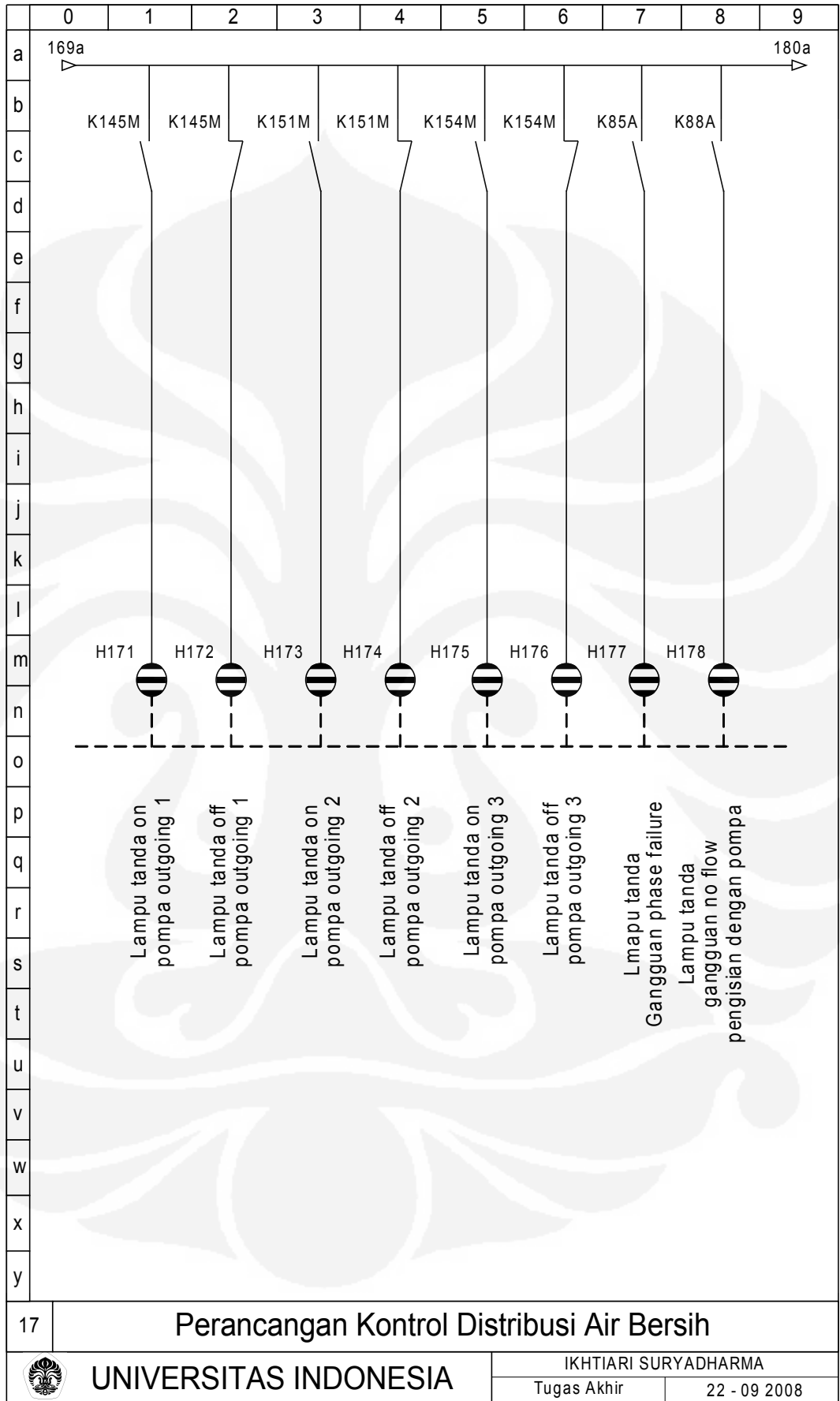


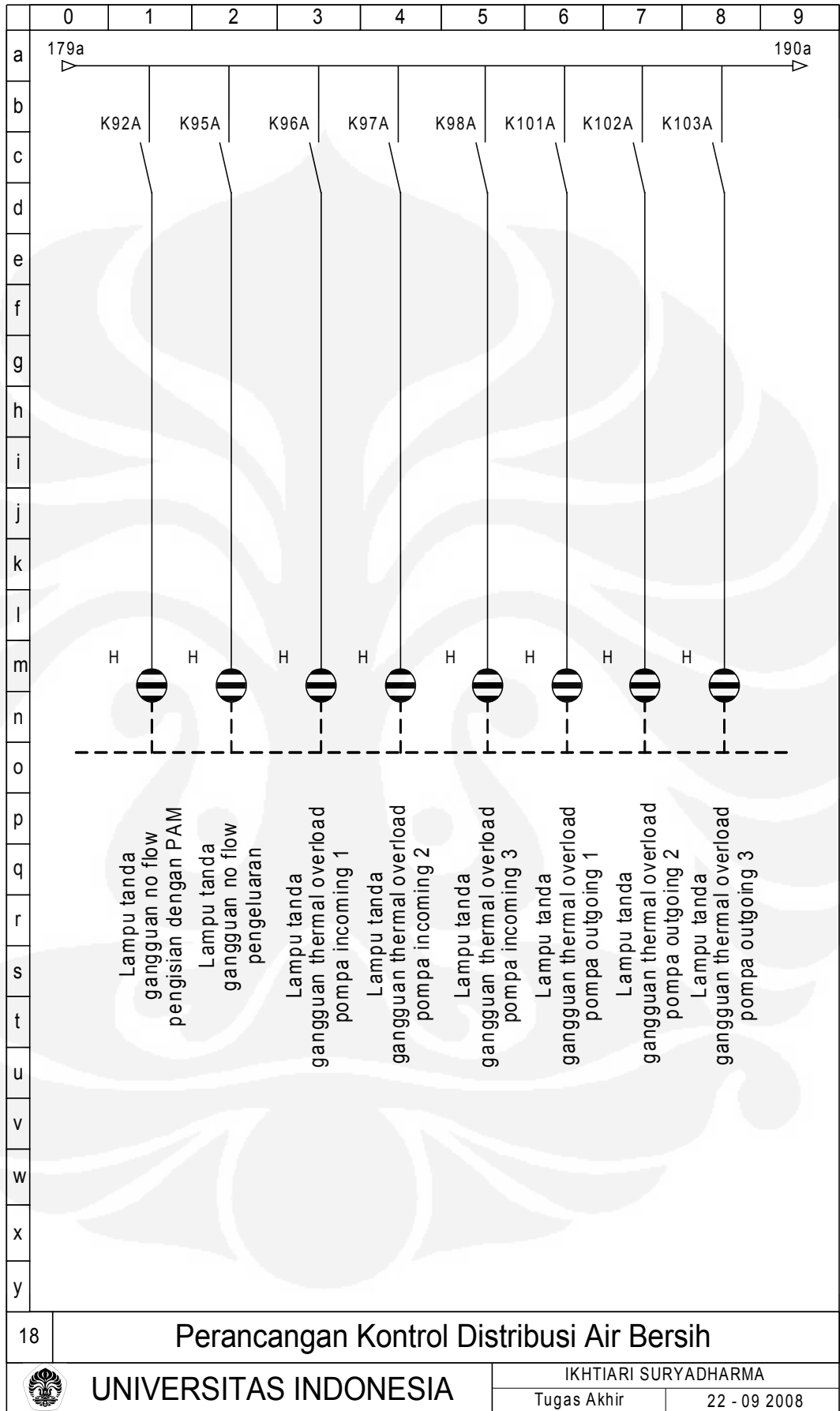


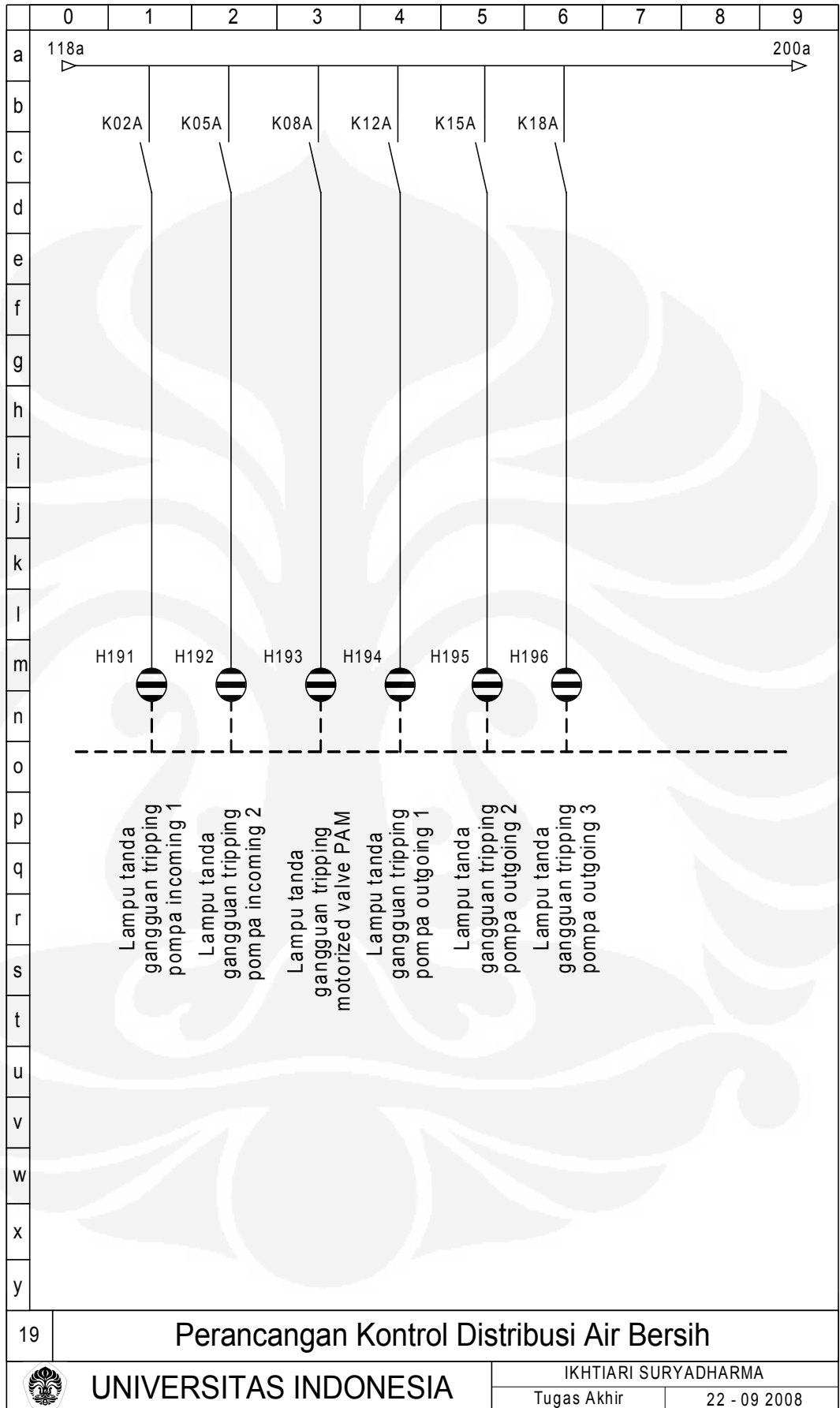


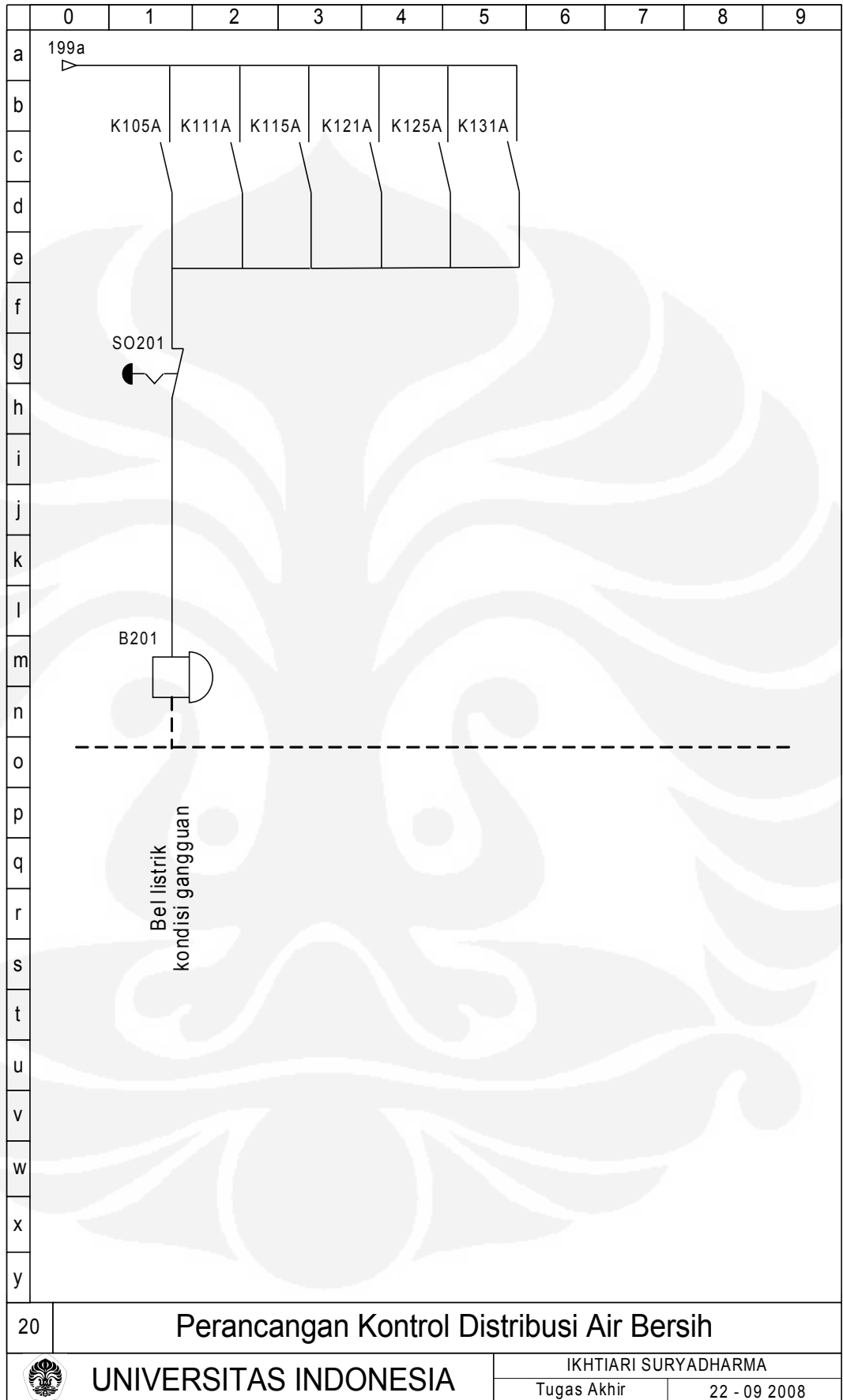


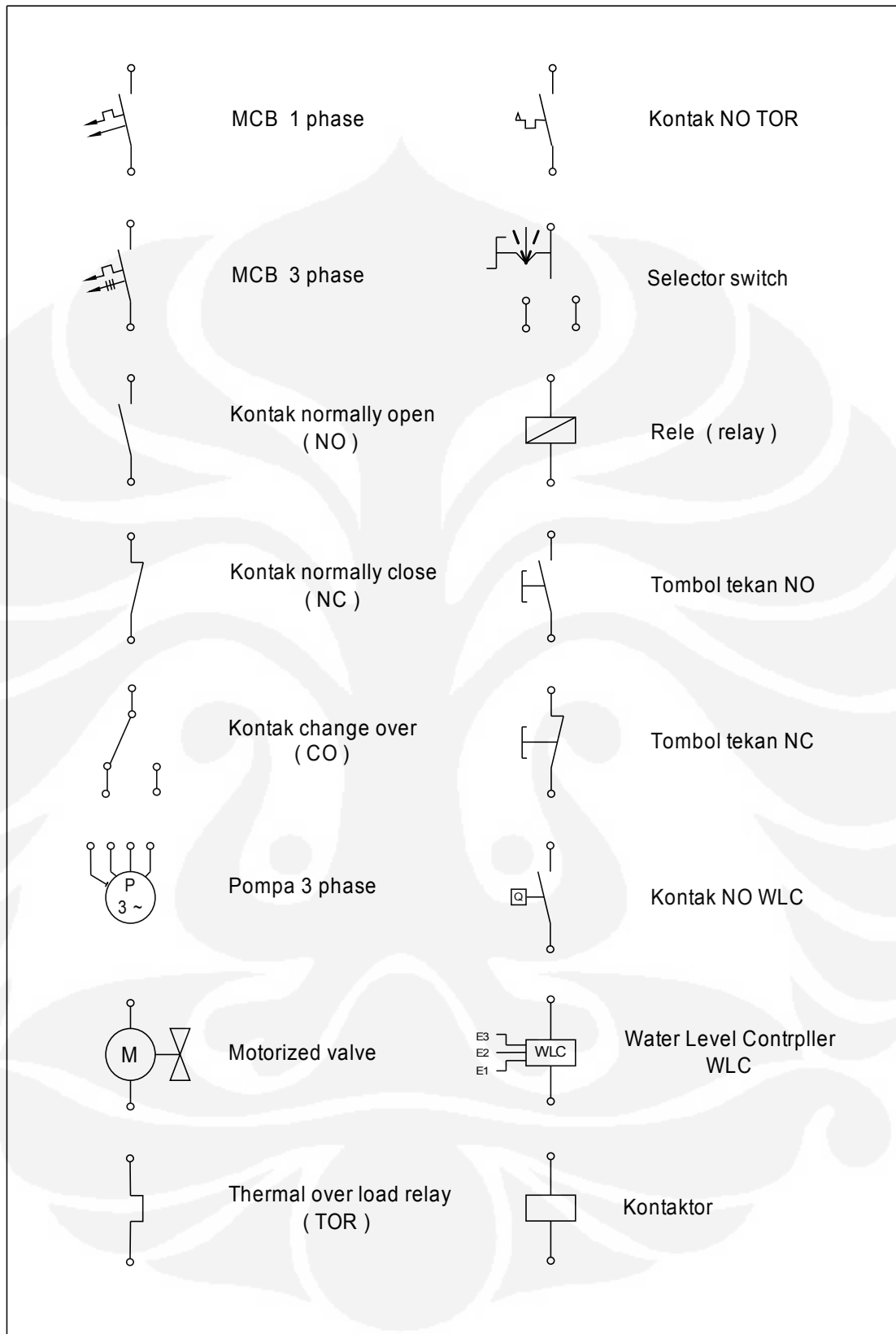













21	Simbol Peralatan	
	UNIVERSITAS INDONESIA	
	IKHTIARI SURYADHARMA Tugas Akhir	22 - 09 2008

